

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

**DISERTACIÓN DE GRADO, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

Aplicación de una Evaluación Técnico Visual de Estructuras ante Fenómenos Naturales en el Sector de San Rafael, las intersecciones de la Autopista General Rumiñahui, la Av. San Luis y el Boulevard del Centro Comercial San Luis Shopping.

AUTORES:

Ángela Carolina Erazo Villacís
Raúl Enrique Salgado Saltos

DIRECTOR:

Ing. Wilson Cando Tipán

Quito, Agosto 2016

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos haber alcanzado esta etapa de nuestras vidas, a nuestras familias por el amor y apoyo incondicional brindado durante todos estos años de esfuerzo. Agradecemos a nuestros compañeros y amigos por su alegría y amistad. Agradecemos al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui por la disposición e información entregada, necesaria para la realización del presente trabajo. Agradecemos a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por la formación profesional y personal que nos ha dado, a nuestros maestros por compartir sus conocimientos y experiencia, en especial al Ing. Wilson Cando, director de este trabajo de disertación, a los correctores del mismo, Ing. Juan Sebastián Baquero e Ing. Jorge Bucheli; por su paciencia y ayuda.

Ángela y Raúl

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi padre Oscar y a mi madre Yolanda, que por su esfuerzo, cariño y apoyo incondicional son los pilares que me impulsan a alcanzar mis metas, a mi querida abuela Esperancita, quien a lo largo de mi vida estudiantil ha sido una gran compañera brindándome todo su apoyo a cada momento, a mi hermana Yoli por acompañarme siempre en este camino. Gracias por todo y por tanto.

Ángela Erazo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre Patricio, a mi madre Esmeralda, a mis hermanos Santi y Vero, a mis abuelitas 'Manun' y 'Ñaña'; por todo el cariño y apoyo que me han dado toda mi vida. Sin su ayuda no hubiese sido posible la culminación de mi carrera, y aún más importante, siempre han sido el sostén que me permite seguir adelante. ¡Gracias por todo!

Raúl Enrique Salgado Saltos

RESUMEN

El presente Trabajo de Investigación aplica una evaluación Técnico Visual de Estructuras ante Fenómenos Naturales en el Sector de San Rafael en las intersecciones de la Autopista General Rumiñahui, la Av. San Luis y el Boulevard del Centro Comercial San Luis Shopping, considerando características estructurales y geométricas de las edificaciones implantadas en el sector descrito.

Ante la posibilidad de que las edificaciones del sector a evaluar podrían ser afectadas debido a la ocurrencia de fenómenos naturales, particularmente una posible erupción del Volcán Cotopaxi, el nivel que alcanzarían los lahares en la zona de análisis y el Peligro Sísmico potencial de la zona, se ha identificado y evaluado el tipo y sistema estructural con el que cuentan las edificaciones y el posible grado de afectación al que están expuestas.

Existe un particular interés en la evaluación del sector de San Rafael, ya que es necesario contar con un registro actual de las estructuras existentes en el sector que se encuentra clasificado como una de las zonas de riesgo ante una posible erupción del volcán Cotopaxi.

Aplicando la Metodología de Evaluación Visual Rápida (RVS, por sus siglas en inglés) ante Peligros Sísmicos Potenciales FEMA P-154, que utiliza procesos de identificación y calificación, se pudo realizar un inventario de las edificaciones de acuerdo a su uso, año de construcción y seguridad que se espera que brinden dichas estructuras durante y después de un sismo. Para la obtención de los datos a evaluar se realizó el levantamiento de información de campo de las estructuras públicas y privadas, centro comercial presentes en la zona analizada, llenando los parámetros de las características estructurales establecidos en la ficha modelo.

Mediante la metodología RVS se evaluó la seguridad sísmica de un amplio inventario de edificaciones de manera rápida y con un costo mínimo, y se determinó aquellas que necesitan de un análisis más detallado que debería ser realizado por un profesional en diseño sísmico. Además fue posible identificar a edificaciones que cuentan con características que podrían generar un pobre desempeño sísmico, que se traducen en una alta probabilidad de colapso ante un evento sísmico.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
GENERALIDADES.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN:.....	1
1.2. ANTECEDENTES:	2
1.2.1. RIESGO SÍSMICO:.....	2
1.2.2. AMENAZA SÍSMICA:.....	9
1.2.3. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS:.....	10
1.2.4. EL VOLCÁN COTOPAXI:	11
1.2.5. AMENAZA VOLCÁNICA:	12
1.3. JUSTIFICACIÓN:	16
1.4. ALCANCE:.....	18
1.5. OBJETIVOS:.....	18
1.5.1. Objetivo General:	18
CAPÍTULO 2	19
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	19
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE EVALUACIÓN:.....	19
2.1.1. Geología:	20
2.1.2. Suelos:	20
2.1.3. Área de Evaluación, Coordenadas georreferenciadas	21
2.2. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:	22
2.2.1. AMENAZA SÍSMICA:.....	22
2.3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:.....	22
2.3.1. RESULTADOS:	24
2.3.2. VENTAJAS:	24
2.3.3. LIMITACIONES:	24
2.4. PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA RVS.....	25
2.4.2. Recolección de datos previa salida de campo:	25

2.4.3. Selección y Modificación de la Ficha Modelo de Recolección de Datos:.....	25
2.4.4. Llenado de Formulario de Recolección de Datos, Nivel 1:.....	28
2.4.5. Llenado de Formulario de Recolección de Datos, Nivel 2:.....	46
2.5. RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO RVS	52
2.5.1. Interpretación de la Puntuación RVS:	52
CAPÍTULO 3	55
EVALUACIÓN	55
3.1. INFORMACIÓN OBTENIDA DEL LEVANTAMIENTO DE CAMPO:	55
3.1.1. INFRAESTRUCTURA PÚBLICA:	55
3.1.2. COMPONENTES DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS:.....	56
3.1.3. SERVICIOS BÁSICOS:	59
3.1.4. CENTRO COMERCIAL SAN LUIS SHOPPING:	60
3.1.5. TIPO DE SUELO DE LA ZONA DE EVALUACIÓN:	60
3.2. ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS:.....	67
3.2.1. SAN LUIS SHOPPING:	67
3.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESTRUCTURAS:	71
3.3.1. Estación de servicio Primax:.....	72
3.3.2. Configuración estructural y calidad en la construcción:	75
3.3.3. Normativa:.....	75
3.4. EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ANTE UNA POSIBLE ERUPCIÓN VOLCÁNICA:	77
3.4.1. AFECTACIÓN POR LAHARES VOLCÁNICOS EN LA ZONA DE EVALUACIÓN:	77
3.5. FORMULARIOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS FEMA P-154:	79
CAPÍTULO 4	90
RESULTADOS	90
4.1. TIPOS DE ESTRUCTURAS EVALUADAS:	90
4.2. EVALUACIÓN DE IRREGULARIDADES ENCONTRADAS EN LAS ESTRUCTURAS:	92
4.3. PUNTAJE FINAL Y PROBABILIDAD DE COLAPSO DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS:	96

4.4. INFORMACIÓN ENCONTRADA DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS:	98
4.5. ACCIÓN REQUERIDA.....	101
4.6. COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE LAHARES DESPUÉS DE UNA POSIBLE ERUPCIÓN VOLCÁNICA:.....	104
CAPÍTULO 5	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
5.1. CONCLUSIONES	109
5.2. RECOMENDACIONES:	112
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS	118
ANEXOS DE FORMULARIOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS FEMA P – 154	119
ANEXOS DE SOLICITUDES REALIZADAS PARA EL DESARROLLO DEL PRESENTE TRABAJO DE DISERTACIÓN Y RESPECTIVAS RESPUESTAS	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Coordenadas georreferenciadas de la zona de evaluación.	21
Tabla 2.2. Definiciones de Tipo de Suelo.....	31
Tabla 3.1. Tramos viales del sector de análisis.....	55
Tabla 3.2. Ubicación georreferenciada Calle Santa Clara.....	56
Tabla 3.3. Ubicación georreferenciada Avenida Bulevar.....	57
Tabla 3.4. Ubicación georreferenciada Calle Avenida Bulevar.....	57
Tabla 3.5. Ubicación georreferenciada Avenida General Rumiñahui.	58
Tabla 3.6. Resultados ensayo SPT.....	63
Tabla 4.1. Tipo de las Edificaciones Evaluadas..	91
Tabla 4.2. Irregularidades Encontradas en las Edificaciones Evaluadas.....	93
Tabla 4.3. Puntaje final y Probabilidad de colapso de las Edificaciones Evaluadas.	96
Tabla 4.4. Información encontrada de las edificaciones evaluadas.....	98
Tabla 4.5. Acción requerida en las edificaciones encontradas.	101
Tabla 4.6. Vulnerabilidad de las edificaciones ante posibles lahares volcánicos.....	106
Tabla 4.7. Vulnerabilidad ante lahares volcánicos.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa de Isosistas del Terremoto del Valle de los Chillos.....	3
Figura 1.2. Crecimiento histórico de Quito.	4
Figura 1.3. Ubicación de sismos potenciales, en la zona costera (A), sismo interior (B) y un sismo local (C) con respecto a Quito y a la zona de análisis.	5
Figura 1.4. Intensidades de movimiento de tierra debido a un sismo local en Quito.	6
Figura 1.5. Daños producidos en edificaciones debido al sismo de 1987 en Quito y zona de análisis basados en observaciones de campo.	7
Figura 1.6. Registros sísmicos históricos del Ecuador.	9
Figura 1.7. Microzonificación Sísmica de Quito y Zona de estudio.....	10
Figura 1.8. Esquemas de posibles escenarios 1, 2,3 y 4 ante erupción del volcán Cotopaxi.	14
Figura 1.9. Escenario 4.....	15
Figura 1.10. Zona A2. Segundo segmento del drenaje norte afectado por lahares.....	15
Figura 1.11. Zona de análisis, sector de San Rafael.	17
Figura 2.1. Cantón Rumiñahui.	19
Figura 2.2. Figura 3. Zona de evaluación.....	21
Figura 2.3. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z.	27
Figura 2.4. Edificación con peligro potencial de deslizamiento de tierra.....	33
Figura 2.5. Separación entre edificios adyacentes.	33
Figura 2.6. Esquema de edificación W1 con ‘cripple walls’.	35
Figura 2.7. Esquema de edificación W1A con espacio ocupado sobre el garaje.....	36
Figura 2.8. Esquema de edificación con piso blando por requerimiento de parqueadero.	36
Figura 2.9. Esquema de edificación con piso débil por grandes espacios en planta baja.	36
Figura 2.10. Esquema de edificación con piso blando.	37
Figura 2.11. Esquema de edificación con discontinuidad fuera del plano en el tercer piso	34
Figura 2.12. Esquema de edificación con discontinuidad en el plano del sistema resistente.....	38
Figura 2.13. Esquema de edificaciones con columnas cortas.	38
Figura 2.14. Esquema de edificación con niveles desplazados.....	39
Figura 2.15. Vista en planta de configuración de edificaciones con esquinas reentrantes y aberturas.	40

Figura 2.16. Edificación con ‘paredes triangulares’	49
Figura 3.1. Puntos de análisis en los ejes principales de las vías en la zona de evaluación..	59
Figura 3.2. Perfil estratigráfico del talud posterior del Proyecto ‘Progreso’	61
Figura 3.3. Ubicación toma de muestra, Ensayo SPT.....	63
Figura 3.4. Edificaciones del Centro Comercial San Luis Shopping.....	67
Figura 3.5. Uso y ocupación del suelo urbano sector San Rafael..	73
Figura 3.6. Datos del modelo Numérico para algunas localidades situadas cerca del cauce del Rio Pita.....	77
Figura 3.7. Datos del modelo Numérico para algunas localidades situadas cerca del cauce del Rio Santa Clara..	78
Figura 3.8. Resumen de afectación de los lahares por el Cauce del Rio Santa Clara.	79
Figura 3.9. Resumen de afectación de los lahares por el Cauce del Rio Pita.....	79
Figura 4.1. Análisis de edificaciones según el tipo..	92
Figura 4.2. Análisis de edificaciones según la probabilidad de colapso	97
Figura 4.3. Análisis de edificaciones según su desempeño sísmico.	98
Figura 4.4. Análisis de edificaciones según su uso.	100
Figura 4.5. Análisis de edificaciones según disponibilidad de datos catastrales.....	101
Figura 4.6. Análisis de edificaciones según la evaluación no estructural.....	103
Figura 4.7. Cotas tomadas en la zona de evaluación.....	105
Figura 4.8. Análisis de edificaciones según el nivel de inundación.....	105
Figura 4.9. Mapa Regional de Peligros Volcánicos Potenciales del Volcán Cotopaxi Zona Norte (Zona de evaluación).....	107

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1. Perforación, Ensayo SPT en la zona de análisis. T	62
Fotografía 3.2. Muestras obtenidas en la cuchara partida. (Profundidad: 1 – 2 metros).....	64
Fotografía 3.3. Muestras obtenidas en la cuchara partida. (Profundidad: 2 –3 metros).....	64
Fotografía 3.4. Muestras obtenidas en la cuchara partida. (Profundidad: 3 –5 metros).....	65
Fotografía 3.5. Junta de construcción entre edificaciones Supermaxi 1 y Supermaxi 2.	67
Fotografía 3.6. Junta de construcción entre edificaciones Supercines y Juguetón.....	68
Fotografía 3.7. Junta de construcción entre edificaciones Patio de Comidas y Juguetón..	68
Fotografía 3.8. Junta de construcción entre edificaciones Juguetón y De Prati.	69
Fotografía 3.9. Piso 3 y 4 de la edificación Supercines.	70

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 4.1. Porcentaje de Tipos de las Edificaciones Evaluadas.	90
Gráfico 4.2. Porcentaje de las irregularidades encontradas en las edificaciones evaluadas según su tipo..	93
Gráfico 4.3. Porcentaje de las irregularidades encontradas en las edificaciones evaluadas según su tipo, tomando en consideración de forma general las irregularidades en planta y en elevación..	94
Gráfico 4.4. Probabilidad de colapso de las edificaciones evaluadas.....	97
Gráfico 4.5. Información encontrada de las edificaciones evaluadas.	99
Gráfico 4.6. Acción requerida en las edificaciones evaluadas.....	102
Gráfico 4.7. Influencia de lahares volcánicos en las edificaciones dentro de la zona de evaluación..	108

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN:

El Ecuador así como el Cantón Rumiñahui en la Provincia de Pichincha han experimentado los efectos de fenómenos naturales que han ocurrido en su territorio y alrededores, estas amenazas naturales condicionan el desenvolvimiento socio-económico y cultural de los pueblos. En nuestro país, en ciertas regiones, se presentan periódicamente eventos de origen sísmico, volcánico, hidrometeorológico y movimientos en masa; teniendo en consideración sus efectos se debe priorizar las acciones para la reducción de riesgos y la intervención de los organismos inmersos en la gestión de los mismos.

Ante la posibilidad de que las edificaciones del sector a evaluar podrían ser afectadas debido a la ocurrencia de fenómenos naturales, particularmente una posible erupción del Volcán Cotopaxi, el nivel que alcanzarían los lahares en la zona de análisis y el Peligro Sísmico que implica, se debe identificar y evaluar el tipo y sistema estructural con el que cuentan las edificaciones y si el posible grado de afectación al que están expuestas es significativo.

El Cantón Rumiñahui y sus alrededores posee un riesgo sísmico significativo, esta ciudad ha sido afectada por varios sismos en los últimos 250 años siendo algunos de ellos de alta intensidad; se debe considerar además que esta ciudad en aquella época tenía una población significativamente menor que la posee hoy en día.

Rumiñahui se localiza en el Valle de los Chillos a 2550 m.s.n.m. con su cabecera cantonal la Parroquia Urbana de Sangolquí. Está limitado por las siguientes elevaciones: Al Norte por el Volcán Ilaló, al Este por la Cordillera Real de los Andes, al Oeste por la Cordillera Occidental de los Andes y por el Sur por los volcanes Pasochoa, Cotopaxi y Sincholagua.

La principal amenaza volcánica que presenta la ciudad de Rumiñahui y la zona de estudio es el volcán Cotopaxi, que es uno de los volcanes más peligrosos del Ecuador, especialmente por la amenaza que induce la generación de lahares, además del estilo eruptivo, su relieve y su cobertura glaciaria. Los lahares pueden afectar a las ciudades cercanas por los más de 40 millones de metros cúbicos de escombros volcánicos que se podrían generar. Los lahares son flujos que descienden por las laderas del volcán y se

componen de una fase líquida (agua) y una fase sólida (materiales volcánicos), el agua puede ser originada por la fusión parcial del casquete glaciar durante la erupción.

1.2. ANTECEDENTES:

Existen en la ciudad de Quito algunas investigaciones realizadas acerca del Peligro Sísmico en las edificaciones sin especificar una zona en particular, y que necesitan ser actualizados, por ejemplo Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de Quito, & OYO Corporation, plantea el análisis de la vulnerabilidad de las edificaciones e infraestructura y desarrollo de guías para una construcción segura. Dentro de sus logros se encuentra el haber realizado un inventario de edificios y un análisis del estado de la infraestructura hospitalaria, escolar, vial, energética y sanitaria de la ciudad, mediante encuestas en sectores representativos de la ciudad y utilizando los datos del censo nacional de vivienda realizado en 1990. Lamentablemente en el Cantón Rumiñahui no se han hecho investigaciones extensivas sobre el tema, únicamente algunos trabajos de investigación en sectores particulares de la ciudad. (Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de Quito, & OYO Corporation, 1994)

1.2.1. RIESGO SÍSMICO:

El último gran sismo al que los habitantes del cantón Rumiñahui han tenido que enfrentar fue el registrado el 9 de Agosto de 1938, su epicentro se localizó en las cercanías de El Tingo y Alangasí, estos poblados quedaron destruidos y hubieron muchos daños en varias edificaciones de Sangolquí y Conocoto. Muchas casas antiguas colapsaron, la mayoría de adobe; también sufrió daños severos la torre de la Iglesia Matriz. Hubo deslizamientos en cerros y taludes.

Según una investigación realizada por José Egred A. en este terremoto en el Valle de los Chillos el área macrosísmica se circunscribió a un sector central del valle, en donde zonas como San Rafael, Selva Alegre, Inchalillo y San Pedro de Taboada fueron las más afectadas. (Barona Zaldumbide, 2010).

A través de mapas de isosistas se puede representar gráficamente la intensidad de un sismo, se representan curvas con igual intensidad según observaciones del evento ocurrido. Se utiliza la escala macrosísmica MSK o MSK – 64; la escala MSK es una escala de intensidad de movimiento de la tierra que se basa en los efectos sobre las

personas, las edificaciones y la naturaleza. En la Figura 1 se puede observar las isosistas del sismo del 10 de agosto de 1938, réplica muy fuerte del sismo del día anterior.

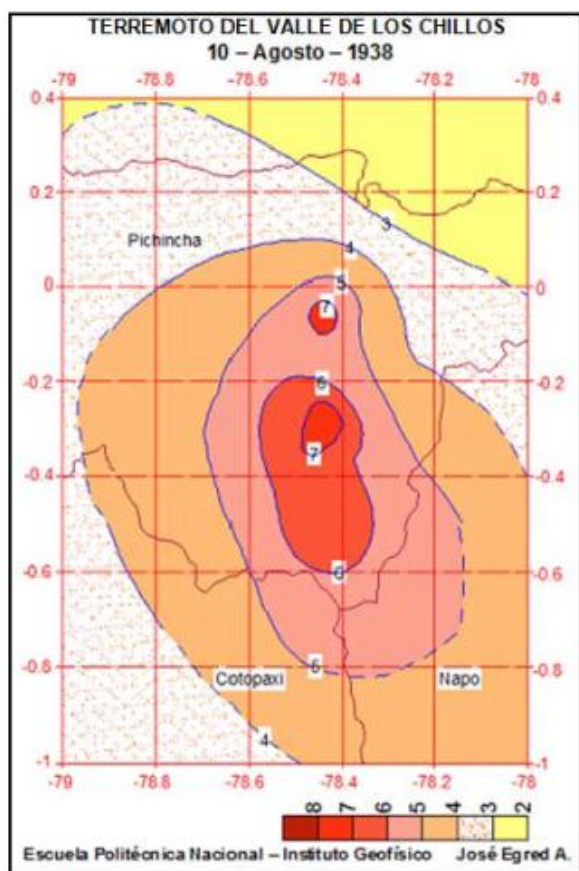


Figura 1.1. Mapa de Isosistas del Terremoto del Valle de los Chillos. Fuente: (Barona Zaldumbide, 2010)

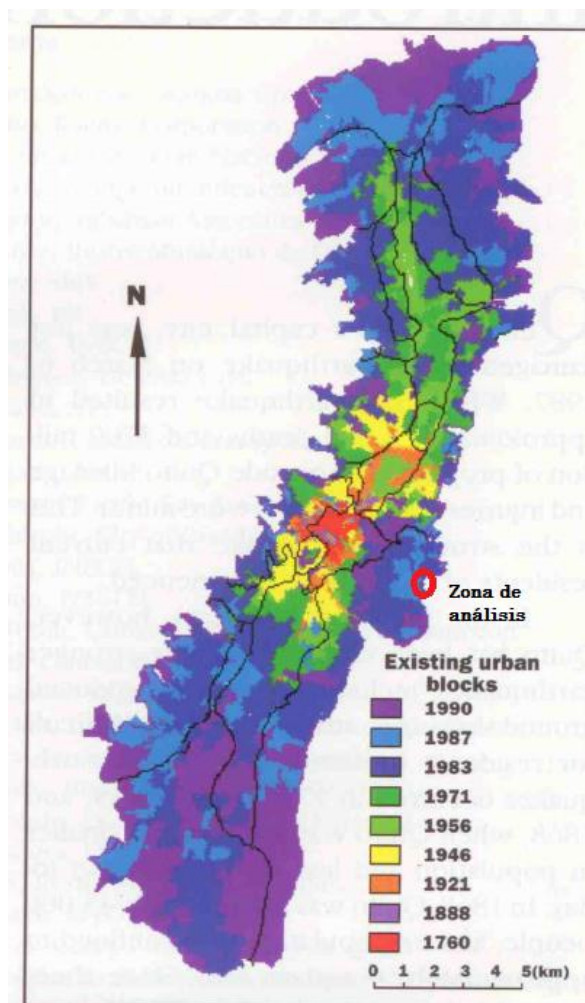
Por ejemplo, para comprender la intensidad de la fuerza del movimiento de la tierra, en la escala MSK 8- las personas tendrían dificultad de mantenerse en pie, las personas que conducen vehículos lo percibirían, objetos grandes como muebles o lámparas colgantes se caerían, se producirían fisuras en las paredes de estructuras de hormigón, y en algunos casos edificaciones de adobe colapsarían.

A largo de la historia en el cantón Rumiñahui han ocurrido varios eventos sísmicos locales, con una magnitud máxima de 7 en la escala Mw (magnitud de momento sísmico, cantidad de energía liberada por el sismo) y muchos otros con magnitudes Mw de 3,5 a 4,5. Pero además, esta ciudad ha estado sujeta a los efectos producidos por otros sismos o terremotos, especialmente los ocurridos en la ciudad de Quito, que por su cercanía deben ser considerados en el análisis. Como por ejemplo el ocurrido en el año de 1987 en la ciudad de Quito, el resultado fue de 1.000 muertos aproximadamente, 150.000 afectados y un cálculo de USD 700 millones en daños. Otros terremotos ocurridos anteriormente han sido de mayor intensidad, como los producidos en 1755, 1797, 1859 y

1868; en este último por ejemplo, la ciudad de Quito tenía una población de 45.000 habitantes distribuidos en apenas 4 kilómetros cuadrados.

Desde entonces el desarrollo urbano que han tenido las ciudades es abrumador, no ha existido un control adecuado sobre la construcción de las edificaciones y peor aún los sitios de implantación de las mismas que revisten de algún peligro; por ejemplo muchas estructuras se han construido en suelos inestables como rellenos o quebradas.

Figura 1.2. Crecimiento histórico de Quito. Fuente: (Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de Quito, & OYO Corporation, 1994)



El propósito de establecer un proyecto de manejo de riesgos en el cantón Rumiñahui es el de proveer a las instituciones gubernamentales, autoridades y ciudadanía en general, las herramientas suficientes para desenvolverse de manera oportuna y adecuada ante el próximo gran evento sísmico a ocurrir.

La intensidad del movimiento terrestre que la ciudad de Quito y poblaciones cercanas podrían experimentar ante un evento sísmico dependerá de tres factores: la magnitud del sismo, la distancia a la que se produce dicho evento y las condiciones de suelo existentes. Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de

Quiuto, & OYO Corporation (1994), consideraron en su momento tres eventos sísmicos representativos para determinar la magnitud y localización de daños que se podrían producir en un sismo futuro en Quito, siendo estos:

- Un sismo en la zona costera del país (subducción) de magnitud 8,4 producido a 200 km al oeste de Quito.
- Un sismo interior de magnitud 7,3 escala Richter localizado a 80 km al este de Quito.
- Un sismo local de magnitud 6,5 escala Richter localizado a 25 km al norte de Quito.



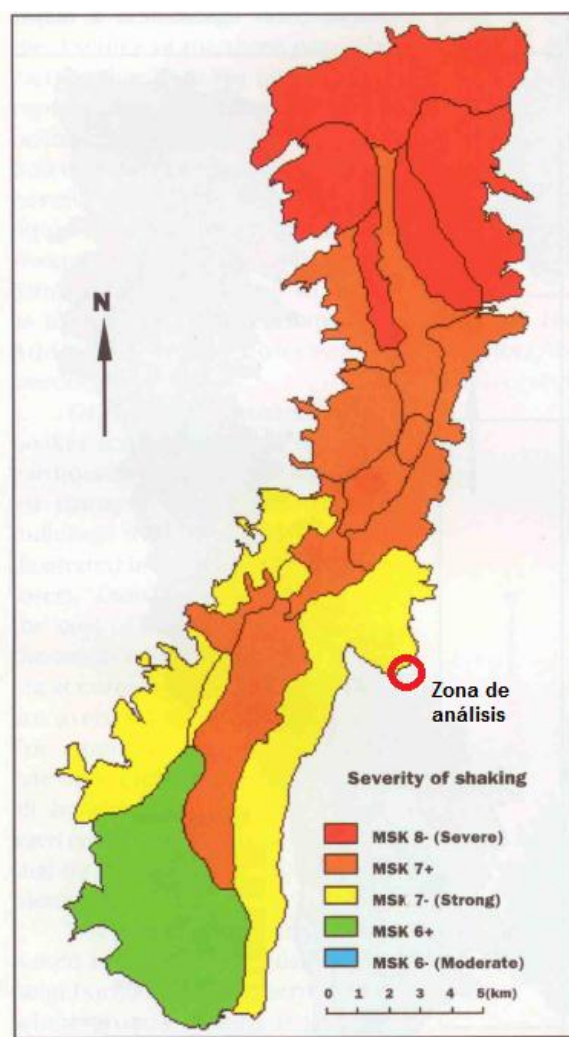
Figura 1.3. Ubicación de sismos potenciales, en la zona costera (A), sismo interior (B) y un sismo local (C) con respecto a Quito y a la zona de análisis. Fuente: Google Earth, 2016.
Elaborado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado.

Un factor muy importante a considerar es el tipo y condiciones de suelo existentes en la ciudad de Quito y sus alrededores, así, los suelos blandos se moverán más que los suelos duros. Los resultados de este análisis radican en que el sismo local es el que más movimiento terrestre produciría en la ciudad, aun siendo de menor magnitud en comparación con los otros dos eventos sísmicos.

Los efectos producidos en la zona de análisis por un potencial sismo en la zona costera del país (A) serían de moderados a fuertes con una intensidad MSK 6+, mientras que con

un potencial sismo interior (B) o local (C) los efectos producidos en la zona de análisis serían fuertes con una intensidad MSK -7.

Figura 1.4. Intensidades de movimiento de tierra debido a un sismo local en Quito. Fuente: (Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de Quito, & OYO Corporation, 1994)



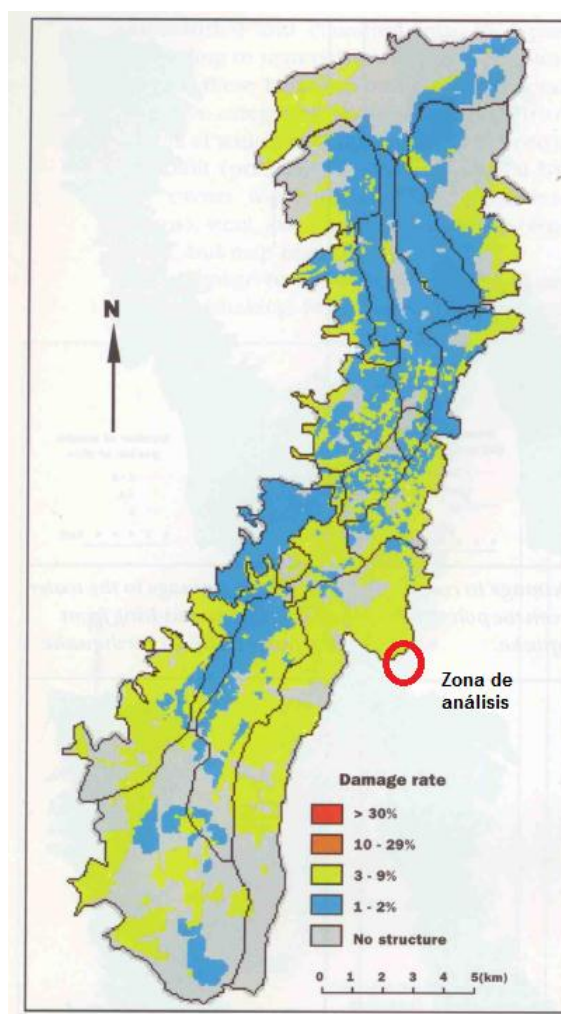
Es posible estimar daños en las edificaciones si se conocen y se analizan las respuestas de los diferentes tipos de estructuras ante varias intensidades de movimiento de la tierra, basándose en asentamientos del terreno, deslizamiento de tierras, rotura de la superficie del terreno y licuefacción. El comportamiento de las estructuras ante eventos sísmicos depende también de la edad de las mismas, de los materiales de construcción utilizados y de la geometría de la edificación.

Una edificación de hormigón armado tendrá un comportamiento muy diferente a una construida con adobe; por eso es muy importante realizar un inventario del tipo de edificaciones existentes en la zona de análisis según el material y diseño, el número de plantas, y el uso para el que fueron construidas. Además de la infraestructura existente, como estado y tipo de vías, sistemas de agua potable y alcantarillado. (Escuela

Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de Quito, & OYO Corporation, 1994).

El sismo producido en Quito en el año de 1987, tuvo una magnitud de 6,9 escala Richter y ocurrió a 80 km del noreste de Quito, su epicentro fue localizado en la Provincia de Napo y produjo daños especialmente en el Centro Histórico debido a la edad de las construcciones y el material con el que estaban hechas (adobe), el caso expuesto anteriormente de un sismo local causaría significativamente un mayor daño.

Figura 1.5. Daños producidos en edificaciones debido al sismo de 1987 en Quito y zona de análisis basados en observaciones de campo.
Fuente: (Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de Quito, & OYO Corporation, 1994)



En este evento hubo también daños significativos en algunas edificaciones del norte de la ciudad, prácticamente todas las escuelas construidas con mampostería colapsaron, otras construidas con hormigón armado pero que poseían columnas cortas sufrieron graves daños y otras pocas colapsaron.

También hubo serios daños en ciudades y poblaciones de las provincias de Sucumbíos, Imbabura, Pichincha y el este del Carchi. En la zona de análisis se estimó una tasa de daños en edificaciones que oscilaba entre el 3% y el 9%.

Sismo Abril 2016:

Como se describe en el Informe Sísmico Especial N.- 18 Observaciones del sismo del 16 de abril de 2016 de magnitud Mw 7.8. Intensidades y aceleraciones, el sismo registrado de magnitud 7,8 (Mw magnitud de momento), tuvo su hipocentro al frente del cantón Pedernales a 20 km de profundidad, fue resultado de un proceso de subducción (desplazamiento entre las placas tectónicas: la placa oceánica de Nazca se sumerge bajo la placa continental Sudamericana).

Se determinó mediante información levantada en campo que la máxima intensidad de 9 EMS (Escala Macrosísmica Europea, indicador del evento sísmico medido en personas, objetos y edificaciones) se registró en las zonas de Pedernales y San José de Chamanga. Este valor refleja el colapso de varias edificaciones vulnerables.

En ciudades costeras como Bahía de Caráquez, Jama y Canoa y zonas centrales de Manta y Portoviejo, los daños en edificaciones indicaron una intensidad de 8 EMS. En las provincias de la Sierra, la intensidad máxima es 4 EMS que indica que el sismo fue sentido ampliamente por la población. (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2016).

En la zona de análisis la intensidad fue la descrita anteriormente y según se describe en una nota del Diario El Comercio: “En el cantón Rumiñahui, las ventanas y las puertas se movieron fuertemente. En algunas casas, los adornos se cayeron. En conjuntos habitacionales las personas salieron de sus viviendas a las calles para evitar inconvenientes. Durante unos minutos hubo cortes de luz en este sector.” (Diario El Comercio, 2016).

Dadas estas circunstancias y la inminencia de un evento sísmico futuro es imperativa la implementación de programas de Manejo de Riesgo Sísmico, que requiere del compromiso y esfuerzo de las autoridades gubernamentales y locales junto con entidades encargadas de la protección y cuidado de la ciudadanía como la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y las Secretarías Municipales de Seguridad.

En los últimos años se ha tomado una mayor conciencia sobre estar preparados ante este tipo de fenómenos naturales, uno de ellos fue al menos adoptar un Código de Construcción definitivo, aunque haya todavía muchos detalles que corregir. Aún falta mucho por hacer, como por ejemplo seguir en el desarrollo de programas de preparación ante terremotos, definir y mejorar albergues y equipos de respuesta en emergencias.

Se debe continuar con la investigación científica para poder evaluar de manera más precisa el verdadero riesgo al que está expuesto el cantón Rumiñahui. La investigación

es necesaria para ampliar la información sobre el perfil del suelo en la que está asentada la ciudad, establecer la ubicación de suelo blando y suelto para estimar amplificación de las vibraciones sísmicas en el mismo, identificar fallas activas para determinar la magnitud de los sismos, instalar equipos que midan intensidades y locación de los epicentros, desarrollar procedimientos para establecer los daños sufridos en las estructuras.

Cabe destacar que la evaluación del riesgo sísmico no es obligatoria en el Ecuador, ni requisito previo a la transferencia de bienes inmuebles o su aseguramiento.

1.2.2. AMENAZA SÍSMICA:

Como se menciona en el Atlas de amenazas naturales y exposición de infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito, la amenaza sísmica es la probabilidad de que en un lugar determinado ocurran vibraciones sísmicas con diferentes niveles de intensidad y magnitud en un período preestablecido.

La razón de la alta sismicidad de la ciudad de Quito, el cantón Rumiñahui y sus alrededores se debe a que se encuentra en la zona de subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental de Sudamérica (Zona de Benioff), además de las fallas geológicas existentes que pueden ser de carácter regional, zonal o local, en dichas fallas pueden ocurrir una gran acumulación de esfuerzos que produce una liberación de energía súbita, provocando un sismo. (Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad de la Alcaldía de Quito, 2015).



Figura 1.6. Registros sísmicos históricos del Ecuador. Fuente: (Atlas de amenazas naturales y exposición de infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito, 2015)

1.2.3. MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE SUELOS:

La microzonificación sísmica se refiere a los suelos y depósitos superficiales que se mueven y causan daño a las estructuras debido al evento sísmico producido. Este análisis se basa en la geología, geotecnia y topografía de la ciudad de Quito; considerando que la respuesta de un depósito de suelo depende de la propagación vertical de las ondas de corte a partir de una formación rocosa hacia columnas de suelo en estratos superiores, así se puede conocer el comportamiento dinámico de los suelos en los lugares de estudio.

Como se señala en el Atlas de amenazas naturales y exposición de infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito, es de vital importancia estimar los efectos de las señales sísmicas generadas por la propagación de ondas y su amplificación en las capas de suelos, ya que inciden directamente en el comportamiento de las edificaciones ante un terremoto. (Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad de la Alcaldía de Quito, 2015).

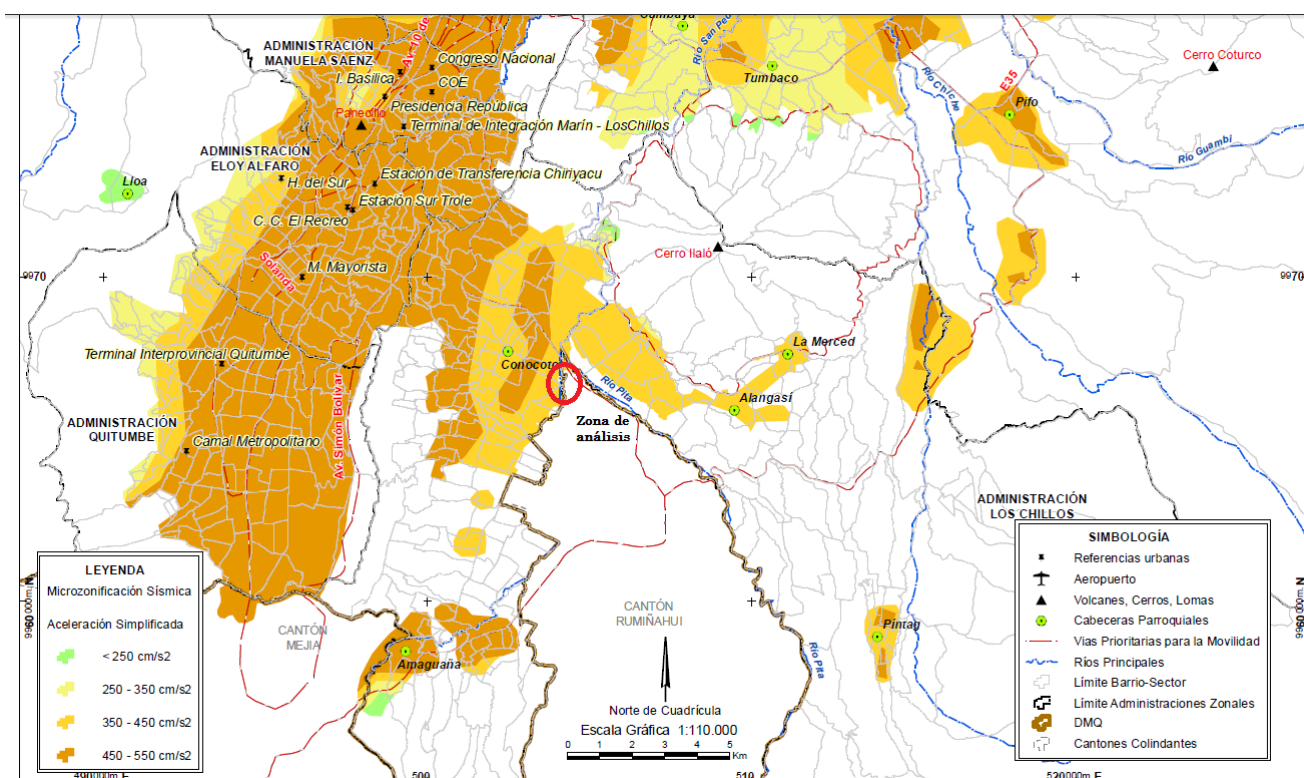


Figura 1.7. Microzonificación Sísmica de Quito y Zona de estudio. Fuente: (Atlas de amenazas naturales y exposición de infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito, 2015)

La microzonificación sísmica representada en el mapa muestra las aceleraciones superiores que se presentarían en Quito para un terremoto con periodo de recurrencia de 475 años.

Como se puede observar en la figura la zona de análisis está junto a la zona con con Aceleración Simplificada de 350 a 450 cm/s².

1.2.4. EL VOLCÁN COTOPAXI:

El Cotopaxi se encuentra cubierto con un importante casquete glaciar cuya área actual está entre los 14 km² aprox. 14 millones de m² y su volumen estimado en 0.7 km³. En las últimas décadas se ha observado el retroceso de los glaciares que cubren a los volcanes ecuatorianos, esto sucede constantemente y está asociado al calentamiento global.

El cráter del Cotopaxi presenta una forma circular, su diámetro es de aproximadamente 800 metros y tiene una profundidad que rebasa a los 100 metros, generalmente existe la presencia de emanaciones fumarólicas.

Los deshielos del Cotopaxi son drenados por quebradas que alimentan tres sistemas fluviales principales:

- Los ríos Cutuchi, Saquimala y Alaques, Drenaje Sur.
- Los ríos Tamboyacu y Tambo, drenaje Oriental, el Tambo desemboca en el río Jatunyaku que es el principal afluente del río Napo.
- Los ríos El Salto y Pita, drenaje Norte.

1.2.4.1. Periodos históricos del volcán Cotopaxi

Varias culturas pre-hispánicas del Ecuador han sido testigos de erupciones del Cotopaxi y probablemente conocían su tipo de actividad y peligros, pero solamente después de la llegada de los españoles a tierras ecuatorianas, empieza a describirse con cierto detalle las erupciones del Cotopaxi.

Se sabe que durante los últimos 500 años el Cotopaxi ha tenido ciclos eruptivos con un promedio de una vez por siglo, sorprendentemente en el siglo XX no ha ocurrido ninguna erupción importante del Cotopaxi y se han cumplido 139 años desde la última gran erupción, ocurrida el 26 de junio de 1877.

1.2.4.2. Última erupción del volcán Cotopaxi

Al inicio del año 1877, el Cotopaxi nuevamente presentó emisiones de ceniza y explosiones moderadas. Para junio del mismo año aumentó su actividad y se produjo una fase eruptiva de gran magnitud que formaba flujos piroclásticos.

Las descripciones de la erupción hablan de derrames de lavas que se desbordaron desde el cráter a los cuales llamamos flujos piroclásticos. Se explica también que la lava fue derramada en un intervalo de tiempo de entre 15-30 minutos, y se señala que el fenómeno tuvo lugar de forma violenta, con una gran ebullición de las masas ígneas desde el cráter que cubrieron todo el cono del volcán. Sin embargo, para todos los autores que describen estos hechos el fenómeno más catastrófico durante la erupción fue los lahares que corrieron en los ríos Pita, Cutuchi y Tamboyacu, ya que provocaron una gran destrucción a todo lo largo de los drenajes. Estos hechos se conocen gracias a los relatos históricos de Sodiro (1877) y Wolf (1878).

Los investigadores concluyeron que los lahares se originaron debido al extenso derretimiento del glaciar del Cotopaxi al tener contacto con los derrames de lava. En la mayoría de los casos, los lahares fueron caudalosos y rebosaron los cauces naturales de los ríos y provocaron inundaciones de lodo generando gran destrucción en las zonas cercanas. (Ordoñez , Samaniego, & Mothes, 2013).

Según los investigadores los lahares se tardaron solo algo más de media hora en llegar a Latacunga, poco menos de 1 hora en llegar al Valle de los Chillos, cerca de tres horas en llegar a la zona de Baños y aproximadamente 18 horas en llegar a la desembocadura del río Esmeraldas en el océano Pacífico. (Relatos históricos Sodiro, 1877 y Wolf, 1878).

La erupción del 26 de junio de 1877 es considerada como una erupción típica del Cotopaxi en los fenómenos volcánicos ocurridos, pero los estudios geológicos y volcanológicos indican que el Cotopaxi podría dar lugar a mayores eventos, en el Valle de los Chillos o Salcedo se puede comprobar que los lahares de las erupciones de 1742 y 1768 fueron de tamaño mayor a los de 1877.

1.2.5. AMENAZA VOLCÁNICA:

El volcán Cotopaxi tiene una altitud de 5.897 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), ubicado a una distancia de 45 km al Sureste de Quito y a 40 km de la zona de análisis. Como señalan Ordoñez , Samaniego, & Mothes, el Drenaje Norte es el que afectaría a la zona en estudio, vertientes que nacen en los glaciares y conforman los ríos El Salto y Pita, para unirse aguas abajo con los ríos Santa Clara y San Pedro; sus aguas cruzan los poblados de Sangolquí, el Valle de los Chillos, Cumbayá y otros barrios del Distrito Metropolitano de Quito.

El volcán Cotopaxi ha experimentado en los últimos siglos varios procesos eruptivos, siendo los más importantes los ocurridos entre: 1532-1534, 1742-1744, 1766-1768, 1853-

1854, 1877-1880. En estos períodos se presentaron pequeños flujos de lava y grandes lahares muy destructivos.

Las zonas que podrían ser afectadas por futuros lahares del Cotopaxi son zonas de peligro denominadas proximales o distales, dependiendo del alcance que tengan los fenómenos volcánicos respecto a su centro de emisión. La Zona de Peligros Distales está constituida por cauces y orillas (drenajes) que se originan en las partes altas del volcán y continúan pendiente abajo fuera de la zona, dependiendo de la fuerza eruptiva, los lahares podrán viajar por estos drenajes naturales decenas de kilómetros afectando a lugares densamente poblados por el desborde de los cauces.

Según estudios realizados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, y al haber obtenido resultados de modelizaciones de lahares aplicando el software LAHARZ, se han pronosticado el posible alcance y extensión de lahares en la zona de interés, siendo de especial interés para el presente trabajo los potenciales escenarios eruptivos 3 y 4 del volcán Cotopaxi. (Ordoñez , Samaniego, & Mothes, 2013).

En un posible escenario eruptivo 1 habrá una actividad poco explosiva, con caída de ceniza en zonas cercanas al volcán y no se generarían flujos piroclásticos. Se podrían generar lahares con volúmenes entre 1 a 3 millones de m^3 . En un escenario 2, habría un evento moderado con emisiones de ceniza más prolongados, pequeños flujos piroclásticos y el volumen máximo de los lahares estaría alrededor de los 10 millones de m^3 .

En un posible escenario 3, el evento eruptivo sería similar al ocurrido en 1877, donde existieron emisiones de ceniza, flujos piroclásticos cuyos valores podrían variar entre 0,1 y 1,0 km^3 , y lahares cuyos volúmenes se acercarán a los 30 millones de m^3 . Mientras tanto, que un escenario 4, habría una actividad eruptiva pliniana, (tipo de erupción volcánica caracterizada por una fuerte explosividad, y que expulsa enormes cantidades de gases y piroclastos a la atmósfera de manera sostenida y continua por períodos de varias horas. Estas erupciones forman columnas eruptivas que pueden alcanzar entre 20 y 30 kilómetros de altura sobre el cráter y forman depósitos de caída que pueden cubrir superficies de centenas a miles de km^2 . (Ordoñez, Samaniego, & Mothes, 2013)) emisiones de ceniza de impacto regional, flujos piroclásticos de un alcance de hasta 12 km y lahares cuyos volúmenes oscilarían entre los 30 y 100 millones de m^3 .

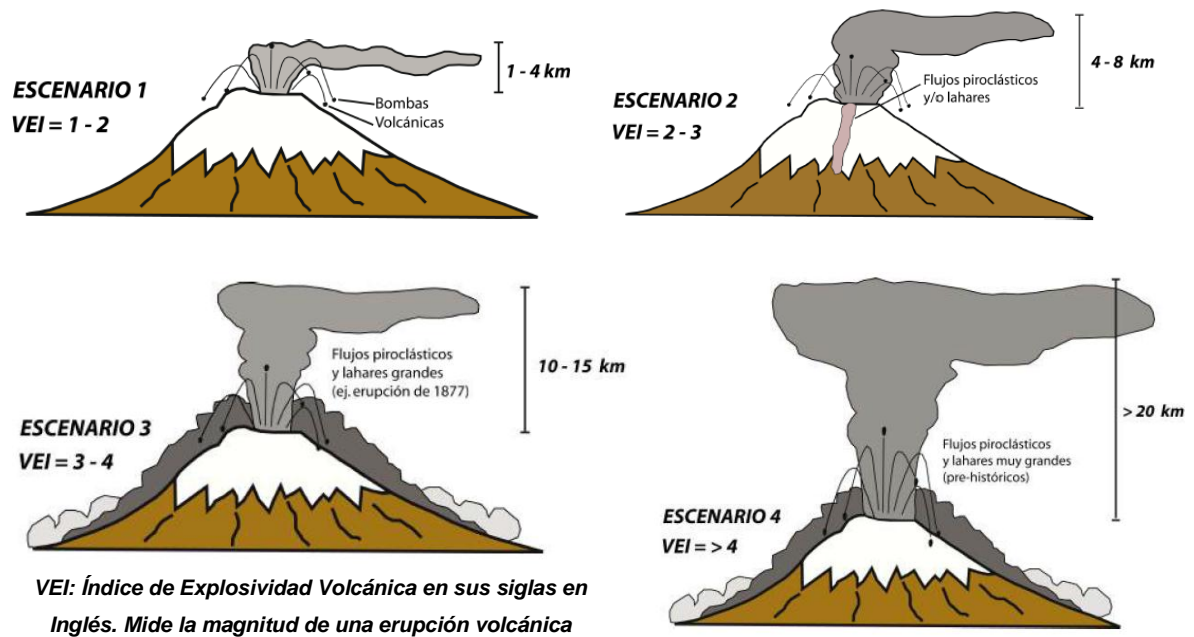


Figura 1.8. Esquemas de posibles escenarios 1, 2,3 y 4 ante erupción del volcán Cotopaxi. Fuente: (LAS POTENCIALES ZONAS DE INUNDACION POR LAHARES EN EL VOLCAN COTOPAXI, 2013)

En el estudio realizado por Ordoñez , Samaniego, & Mothes, se analizan las delimitaciones de las zonas amenazadas por inundaciones, y prestando particular atención al lugar de estudio del presente trabajo, los lahares producidos en un escenario 3 o 4 que se conducirían por el drenaje norte del volcán afectarían la zona denominada como A2, en donde los modelos laháricos a lo largo del río Santa Clara permanecen en su cauce desde el sector de La Moca hasta Loreto, pero más hacia el norte en la orilla izquierda del cauce se produciría un desborde hasta la unión de los ríos San Pedro y Pita, inundando parte de Sangoloquí, San Rafael, y Conocoto; siguiendo por el drenaje del río Pita, el Valle de los Chillos también resultaría afectado.

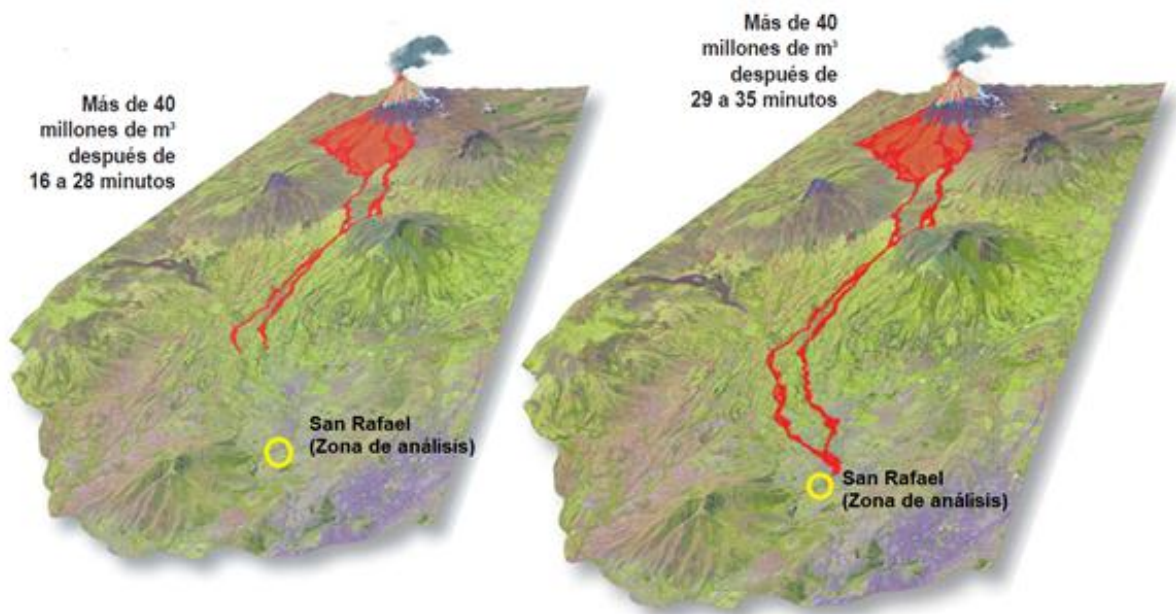


Figura 1.9. Escenario 4. Fuente: (PROYECTO DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS CON LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI, 2004-2005)

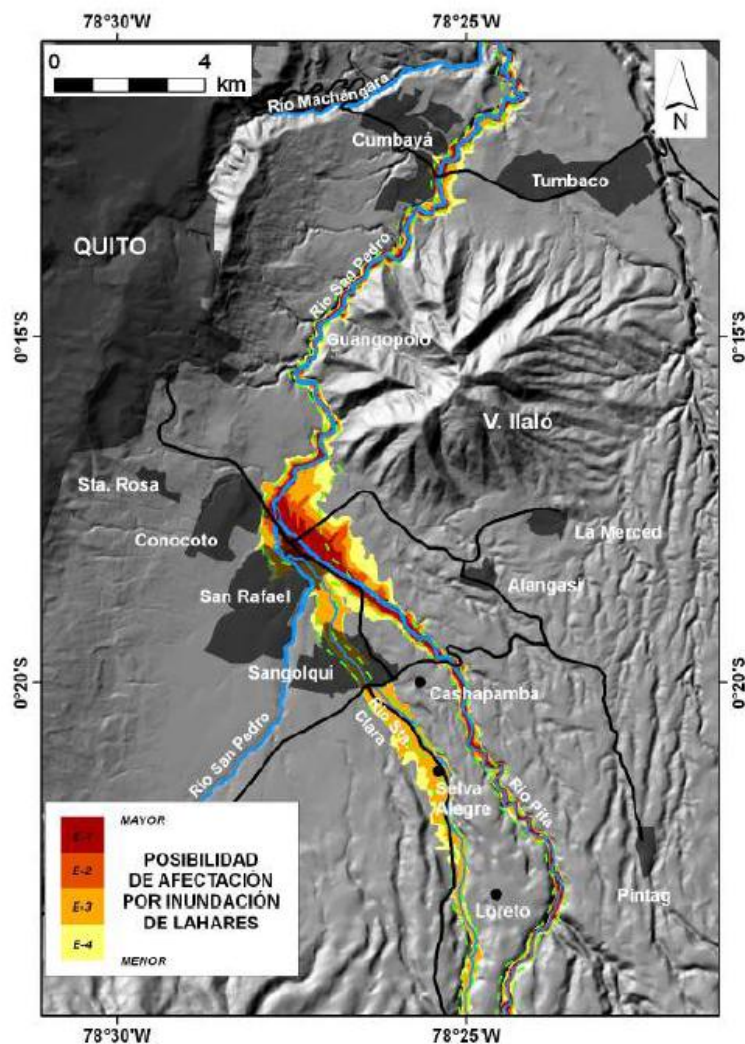


Figura 1.10. Zona A2. Segundo segmento del drenaje norte afectado por lahares. Fuente: (LAS POTENCIALES ZONAS DE INUNDACION POR LAHARES EN EL VOLCÁN COTOPAXI, 2013)

Cabe señalar que actualmente existen varios instrumentos y métodos de vigilancia para detectar la ocurrencia y tránsito de lahares; el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional utiliza los instrumentos AFM (Acoustic Flow Monitor), que detectan las vibraciones ocurridas al paso de los lahares por ríos o quebradas y permiten comunicar alertas tempranas cuando se generan este tipo de fenómenos naturales. El volcán Cotopaxi cuenta con una red de 13 instrumentos AFM instalados en las zonas altas de varios drenajes alrededor del cono.

1.2.5.1. Sismos Volcánicos

Existen diferentes fenómenos volcánicos que pueden tener lugar durante una erupción, la mayoría de volcanes presentan actividad sísmica aun cuando estos se encuentran inactivos, dicha actividad sísmica se encuentra representada por unos sismos diarios, que son detectados mediante redes de sismógrafos. Existen aumentos en el número y magnitud de los sismos en semanas e incluso meses antes de que se produzca una erupción, los cuales se localizan en las cercanías o bajo el cono del volcán, generalmente estos sismos no son percibidos por la población.

La actividad sísmica, no afecta a los pobladores de las cercanías y resulta beneficiosa, ya que permite a los científicos comprender mejor los procesos que ocurren al interior del volcán y anticiparse a la ocurrencia de una erupción. La Activación de un volcán generalmente está precedida y acompañada por un importante aumento en el número de sismos, aunque por su magnitud no son capaces de afectar las edificaciones.

En erupciones pasadas del Cotopaxi, ha sido común que las personas que habitan en las cercanías sientan algunos de estos sismos, poco antes o durante una erupción, pero en ninguna ocasión registrada han provocado daños importantes.

1.3. JUSTIFICACIÓN:

El Volcán Cotopaxi se considera como un volcán peligroso debido a la frecuencia de sus erupciones, sus características eruptivas, su cobertura glaciaria y principalmente debido a la cantidad de poblaciones que se encuentran propensas a sus amenazas.

Ordoñez , Samaniego, & Mothes señalan que existen registros de que el volcán Cotopaxi ha presentado cinco periodos eruptivos: 1532-1534, 1742-1744, 1766-1768, 1853-1854 y 1877-1880. En todos estos casos los efectos volcánicos han sido muy peligrosos y dieron lugar a pérdidas socio-económicas en el País. (Ordoñez , Samaniego, & Mothes, 2013).

Existe un particular interés en la evaluación del sector de San Rafael, ya que es necesario contar con un registro actual de las estructuras existentes en el sector que se encuentra clasificado como una de las zonas de riesgo ante una posible erupción del volcán Cotopaxi.

La zona en análisis se vería afectada debido a inundaciones ya que se encuentra limitada por los ríos Pita y Santa Clara que sirven de drenaje para los lahares y elevarían sus niveles normales.

Según datos proporcionados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, en los glaciares del Cotopaxi nacen algunas vertientes que conforman los ríos El Salto y Pita.

Aguas abajo se unen con los ríos Santa Clara y San Pedro y sus cauces cruzan las zonas de Sangolquí, Valle de los Chillos, Cumbayá, donde se vería comprometido el sector de San Rafael. En caso de una erupción, los ríos mencionados servirán como drenajes ya que a ellos se descargarían toneladas de lahares.

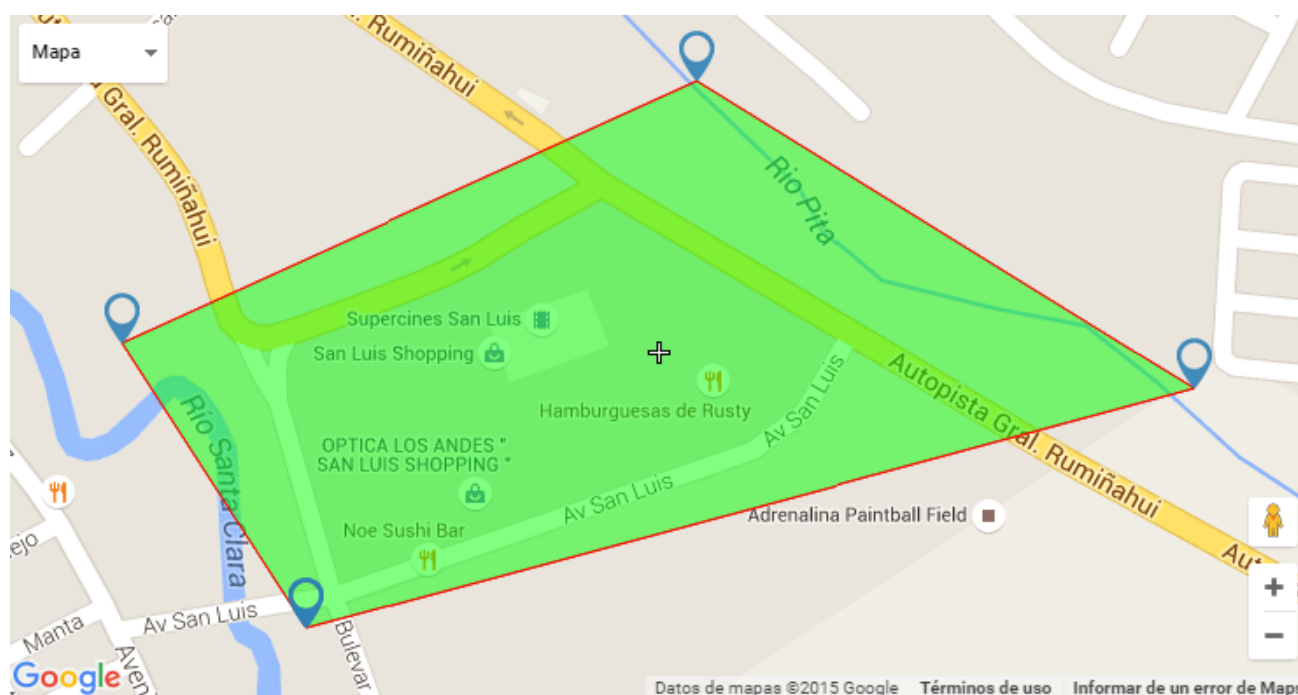


Figura 1.11. Zona de análisis, sector de San Rafael. Fuente: Google Maps, 2015. Elaborado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado

1.4. ALCANCE:

Con el presente Trabajo de Investigación se pretende aplicar una evaluación Técnico Visual de Estructuras ante Fenómenos Naturales en el Sector de San Rafael en las intersecciones de la Autopista General Rumiñahui, la Av. San Luis y el Boulevard del Centro Comercial San Luis Shopping, considerando características estructurales y geométricas de las edificaciones implantadas en el sector descrito.

1.5. OBJETIVOS:

1.5.1. Objetivo General:

Evaluar mediante una Inspección Técnico Visual Rápida el tipo y sistema estructural sismorresistente utilizado en las edificaciones existentes en el sector de San Rafael en las intersecciones de la Autopista General Rumiñahui, la Av. San Luis y el Boulevard del Centro Comercial San Luis Shopping.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- Determinar en caso de una erupción del Volcán Cotopaxi el nivel que alcanzarían los lahares en la zona de análisis.
- Registrar la infraestructura pública existente de la zona, como calles, postes, alcantarillas, etc.
- Identificar y evaluar el tipo y sistema estructural con la que cuentan las instalaciones de la estación de servicio Primax ubicada en el sector de San Rafael, mediante la metodología descrita en el FEMA P – 154.
- Identificar y evaluar el tipo y sistema estructural con la que cuenta el Centro Comercial San Luis Shopping mediante la metodología descrita en el FEMA P – 154.
- Identificar y evaluar el tipo y sistema estructural de las edificaciones residenciales urbanas que tengan como mínimo dos plantas de construcción presentes en el sector a evaluar mediante la metodología descrita en el FEMA P – 154.
- Determinar las posibles afectaciones en las estructuras de sector de San Rafael en caso de una erupción volcánica.
- Desarrollar un inventario de las edificaciones que podrían ser afectadas ante fenómenos naturales.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE EVALUACIÓN:

El lugar de estudio del presente trabajo se encuentra localizado en la Parroquia de San Rafael, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha. El cantón Rumiñahui limita al Norte con el Cantón Quito, urbanización la Armenia, al Sur con el Monte Pasochoa y Cantón Mejía, al Este con el Cantón Quito, al Oeste con el Cantón Quito, Río San Pedro de Cuendina, al Noreste con San Pedro del Tingo.

La parroquia urbana de San Rafael posee una extensión de 2,24 km² con una altitud de 2.509 m.s.n.m. y una temperatura media anual de 20°C. La zona urbana del cantón Rumiñahui que corresponde a las parroquias de Sangolquí, San Pedro de Taboada y San Rafael posee una población de 81.140 habitantes según el Censo de Población y Vivienda 2010.

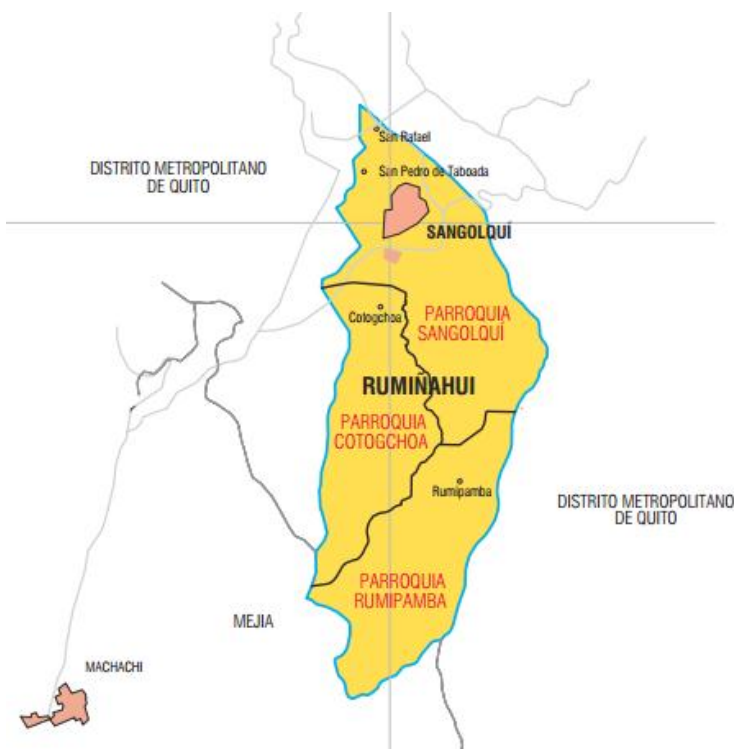


Figura 2.1. Cantón Rumiñahui. Fuente: (Gobierno de la Provincia de Pichincha)

La parroquia de San Rafael tiene una población de 6699 habitantes con una densidad poblacional de 2637 habitantes por km². (Carrillo, 2013).

Si se analiza la zona en estudio con un área de 140.000 m², se tiene que habitan en dicha zona aproximadamente 370 habitantes, se considera además un reajuste por la población flotante existente debido al Centro Comercial San Luis Shopping que está ubicado en la zona y por la Autopista General Rumiñahui que cruza este sector.

2.1.1. Geología:

El área de evaluación (Sector de San Rafael y Valle de los Chillos) posee depósitos que corresponden a volcanosedimentos, depósitos fluviales, depósitos de cono aluvial, flujos de lodo y cangahua. Además se identifican importantes depósitos laharíticos correspondientes a las erupciones del volcán Cotopaxi, existen además potentes coluviales y zonas de relleno ubicadas en los cauces de antiguas quebradas. (Valverde, Fernández, Jiménez, Vaca, & Alarcón, 2001).

2.1.2. Suelos:

Los suelos encontrados en el cantón Rumiñahui se describen como:

- Suelos alofánicos derivados de materiales piroclásticos, de texturas pseudo limosas, con gran capacidad de retención de agua.
- Suelos poco profundos erosionados, con un horizonte argílico bien diferenciado, de colores pardo oscuro a negro, texturas arcillo arenosas con incremento de arcilla en profundidad.
- Suelos arenosos derivados de materiales piroclásticos poco meteorizados.
- Suelos erosionados, presencia de pómez poco alterado desde la superficie, intercalado con capas de cenizas, gravas y piedras duras (lavas, escorias).

(Caracterización Parroquial y Cantonal, Cantón Rumiñahui)

2.1.3. Área de Evaluación, Coordenadas georreferenciadas

El área a evaluar está limitada por los siguientes puntos:



Figura 2.2. Figura 3. Zona de evaluación. Fuente: Google Earth, 2015. Elaborado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado.

Coordenadas UTM WGS 84

PUNTO	ZONA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
P1	17M	783592.91 m E	9965960.40 m S
P2	17M	783977.53m E	9966142.60 m S
P3	17M	784316.29 m E	9965934.58 m S
P4	17M	783710.96 m E	9965768.89 m S

Tabla 2.1. Coordenadas georreferenciadas de la zona de evaluación. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Área de evaluación:

140.000 m²

14,128 Hectáreas

Perímetro de evaluación:

1,692 km

Habitantes: 370

Edificaciones: 29 edificaciones, además del Centro Comercial San Luis Shopping, y la Estación de Servicio Primax

2.2. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN:

2.2.1. AMENAZA SÍSMICA:

Para la obtención de los datos a evaluar se realizará el levantamiento de información de campo de las estructuras públicas y privadas, centro comercial presentes en la zona a analizar, llenando los parámetros de las características estructurales establecidos en la ficha modelo.

El procedimiento RVS (Rapid Visual Screening), descrito en el Manual de Evaluación Visual Rápida para Edificaciones con un Riesgo Sísmico Potencial, realizado por el Consejo de Tecnología Aplicada, (ATC, siglas en inglés) y la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA, siglas en inglés) de los Estados Unidos; está diseñado para ser implementado sin la necesidad de un análisis estructural de una edificación, se emplea un sistema de puntuación que requiere del evaluador:

- Determinar el tipo de edificación por medio del tipo de material de construcción primario utilizado para soportar cargas verticales y el sistema estructural sismorresistente utilizado.
- Identificar las características que modifican el desempeño sísmico de la edificación.

El sistema de puntuación está basado en niveles promedio de movimiento del suelo para una Zona Sísmica que refleja el diseño sismorresistente y las prácticas constructivas de dicha región.

2.3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:

La Evaluación Visual Rápida (RVS, por sus siglas en inglés) para edificaciones con Riesgos Sísmicos Potenciales es una metodología que ya fue discutida desde el año de 1986 en documentos que contenían Técnicas para Asesoramiento Rápido de Vulnerabilidad Sísmica, y la metodología del FEMA 154 se originó en 1988 con la publicación del Manual de Evaluación Visual Rápida para Edificaciones con un Riesgo Sísmico Potencial. Durante la década desde la publicación de la primera edición fueron evaluadas más de 70.000 edificaciones, siendo utilizado el método por organizaciones privadas y entidades gubernamentales.

En la Tercera Edición de este documento (FEMA P-154), y utilizada en el presente trabajo, han habido algunas mejoras y actualizaciones que la hacen un método más confiable al utilizarlo. Por mencionar a las principales, estas son:

- La ficha de recolección de datos (Nivel 1) ha sido reorganizada para un mejor uso.
- La ficha modelo de recolección de datos Nivel 2 ha sido añadida para una obtener una información más precisa y ser evaluada por un profesional experto en ingeniería o arquitectura.
- Guías de referencia para identificar irregularidades en planta y en elevación.
- Considerar golpeteo y adosamiento de estructuras adyacentes.

El sistema de puntuación de Nivel 2 provee indicaciones sobre el desempeño sísmico de la edificación. El puntaje puede ser mayor que en un Nivel 1 (indicando menor riesgo sísmico) porque el Nivel 1 utiliza valores más conservadores. También, el puntaje del Nivel 2 puede ser menor que el Nivel 1, ya que evalúa con mayor detalle ciertos ítems.

La metodología RVS evalúa la seguridad sísmica de un amplio inventario de edificaciones de manera rápida y con un costo mínimo, (existe un acceso limitado a las edificaciones) y determinan aquellas que necesitarán de un análisis más detallado.

Basándose en la información recolectada durante la encuesta, un puntaje es calculado de acuerdo al desempeño sísmico esperado de la edificación. Por ejemplo, si un edificio obtiene un alto puntaje éste es considerado que tiene una sismorresistencia adecuada y se puede prevenir el colapso del mismo durante un terremoto. En cambio, si obtiene un bajo puntaje será necesaria una evaluación por parte de un profesional experto en diseño sísmico, con el objeto de realizar una evaluación más precisa y determinar posibles readecuaciones (retrofit) de las estructuras.

Para completar el formulario de recolección de datos en campo es necesario en primer lugar identificar el sistema estructural sismorresistente utilizado en la edificación, así como los materiales estructurales de la misma. Existen en el formulario los puntajes básicos para diferentes tipos de edificaciones y así poder evaluarlos correctamente.

El Método RVS identifica en las edificaciones características que podrían contribuir a un pobre desempeño sísmico. Sin embargo, debido a que esta metodología está diseñada en una observación rápida desde el exterior de la edificación, muchas veces no es posible identificar los detalles estructurales que podrían ser objeto de peligro sísmico y se encuentran ocultos debido a acabados arquitectónicos.

La recolección de datos y puntuación toma aproximadamente un promedio de entre 15 y 30 minutos por edificación, se requiere tiempo adicional si se puede ingresar al interior de la misma y si se realiza una evaluación de Nivel 2 entre 5 y 15 minutos adicionales; este tiempo es aproximado y dependerá del área de la edificación a evaluar.

2.3.1. RESULTADOS:

Los resultados de las encuestas del método RVS también pueden ser usados con otros propósitos, por ejemplo:

- Diseñar programas de mitigación de peligro sísmico de una comunidad.
- Desarrollar un inventario de las edificaciones que revisten de un peligro sísmico y ser monitoreados ante un sismo.
- Desarrollar información de vulnerabilidad de las edificaciones, que ayudarán en la toma de decisiones sobre el proceso de aseguramiento de las mismas o establecer la necesidad de adecuaciones.

El método RVS no requiere de cálculos, la valoración de la capacidad sísmica se basa más bien en consideraciones relacionadas al tipo de edificación, irregularidades geométricas y condiciones del suelo del sitio.

2.3.2. VENTAJAS:

- Velocidad y capacidad de los evaluadores que no necesariamente sean ingenieros estructurales, se minimiza la ambigüedad en la evaluación.
- Es una herramienta de evaluación sísmica que no requiere de gran esfuerzo, experticia o costo, comparándola con otros métodos de evaluación de riesgo sísmico.

2.3.3. LIMITACIONES:

- Muchas veces la inspección únicamente se puede realizar desde el exterior de las edificaciones, sin el beneficio de realizar cálculos o revisión de planos estructurales, si bien es cierto la precisión del método RVS puede ser menor en relación a otro tipo de evaluación, se puede determinar el sistema estructural sismorresistente utilizado en la mayoría de las edificaciones.

2.4. PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA RVS

2.4.1. Decisión del lugar de evaluación:

Se eligió el lugar a evaluar descrito anteriormente, por ser un área que reviste de una amenaza sísmica importante, además en esta zona se encuentra un Centro Comercial que por el tipo de ocupación que posee lo hace una edificación con alto peligro sísmico.

2.4.2. Recolección de datos previa salida de campo:

Información que puede incluir datos de las edificaciones, tipo de suelos, planos estructurales, estudios previos; estos pueden ser muy útiles al ahorrar tiempo en campo y además hacer la información más confiable.

Además se puede interactuar con profesionales de diseño sísmico locales y obtener información sobre las prácticas constructivas utilizadas en el sector y las Normas Técnicas de referencia.

2.4.3. Selección y Modificación de la Ficha Modelo de Recolección de Datos:

El sistema de puntuación estructural se basa en una matriz de Puntajes Básicos (uno por cada tipo de edificación y asociado a un sistema estructural sismorresistente) y Modificadores de Puntaje debido a indicadores que modifiquen el desempeño sísmico de la estructura. Los puntajes básicos y sus modificadores se basan en:

- Diseño sísmico dependiente del tiempo y prácticas constructivas del sector.
- Características que disminuyan o aumenten la capacidad sismorresistente de la estructura.
- Aceleraciones máximas en roca para la Zona Sísmica seleccionada.

Los Puntajes Básicos y los Modificadores de Puntaje dan un Puntaje Final, todos ellos relacionados con la probabilidad de colapso de las edificaciones considerando las máximas aceleraciones en roca a ocurrir en el sitio. La puntuación final generalmente varía en un rango de 0 a 7, correspondiendo los más altos puntajes a un mejor desempeño sísmico de la estructura.

El Sistema de Puntuación en la Tercera Edición del FEMA P-154 considera los movimientos de tierra dirigidos al riesgo, estos movimientos son consistentes con los especificados en el “BSE-2N” (Basic Safety Earthquake-2, Terremoto de Seguridad

Básica para el uso del Objetivo de Desempeño Básico para los estándares de nuevas edificaciones, tomado como el movimiento de tierra basado en el Terremoto Máximo Considerado (MCE_R). ASCE/SEI 41-13 Evaluación Sísmica y Reacondicionamiento de Edificaciones Existentes (ASCE, 2014).

Los analistas de este tema consideraron que como el FEMA P-154 está enfocado en la valoración de riesgo de colapso (más que otros objetivos de desempeño, como seguridad de vida), los movimientos terrestres del mayor MCE_R son más apropiados porque están más asociados a aquello.

Para el cálculo usado en el desarrollo de los Puntajes Básicos y Modificadores de Puntaje, la Segunda Edición usó 2/3 de los valores del Terremoto Máximo Considerado (MCE). Mientras que en la Tercera Edición del FEMA P-154 y utilizada en el presente trabajo, la solicitud se basa en el valor completo del MCE_R . (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.4.3.1. Determinación de la Zona Sísmica:

En este caso, el lugar de estudio del presente trabajo se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica alta, catalogado y descrito de esta manera en la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC_SE_DS) Peligro sísmico, 2014; según esta norma, el sector de San Rafael pertenece a una Zona Sísmica V con valor de Z (aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño) de 0,4g.

De esta manera, se deberá utilizar la ficha modelo de Alta Sismicidad. Consecuentemente, una edificación que se encuentra en una zona de Alta Sismicidad debe ser construida con una mayor sismorresistencia que una similar que se encuentre en una zona de baja sismicidad.

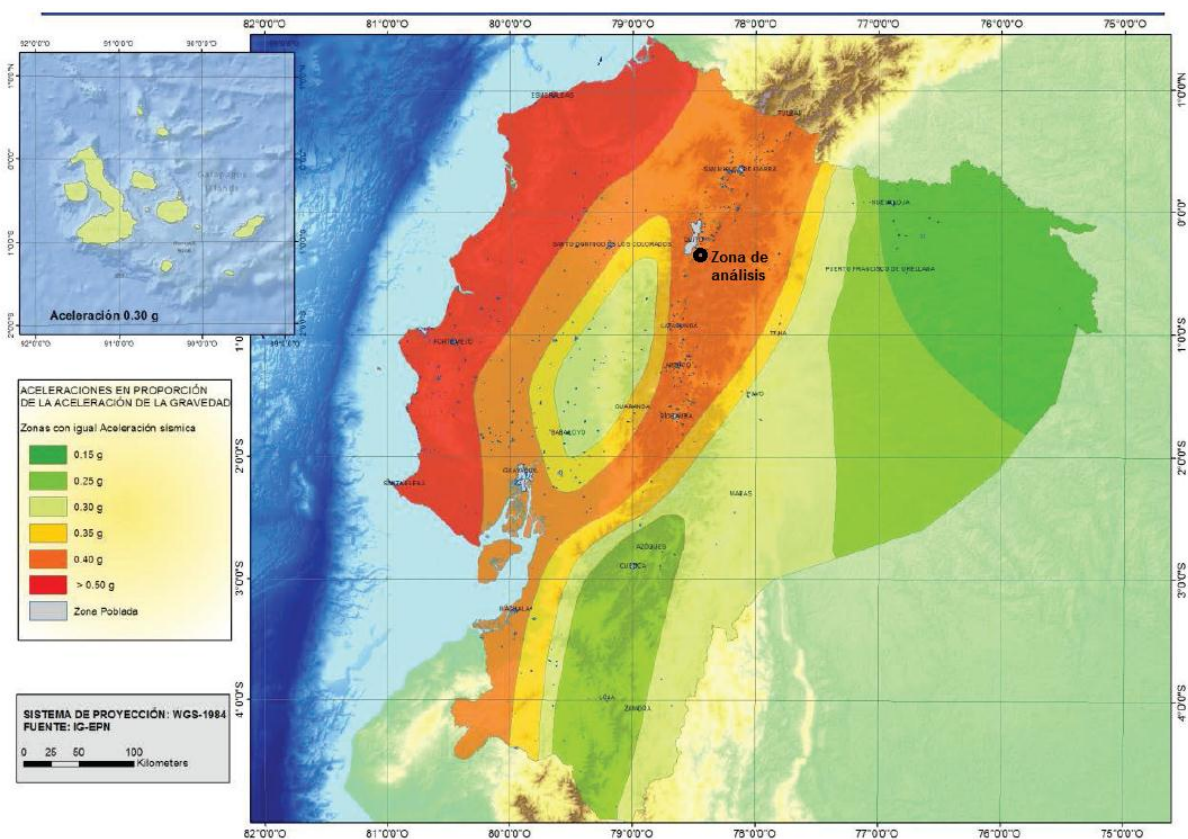


Figura 2.3. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC_SE_DS) Peligro Sísmico, 2014)

2.4.3.2. Base de Datos Municipales:

Gracias a la colaboración del Gobierno Autónomo Descentralizado de Rumiñahui, se han obtenido mapas digitales y base de datos del sector evaluado, siendo de vital importancia para el desarrollo del presente trabajo, información como el tipo de edificación, ocupación, edad de la estructura, etc.

También se ha podido obtener información del suelo de la zona que tiene influencia en la amplitud y duración del evento sísmico, siendo que a mayor profundidad a la que se encuentre suelo rocoso, mayor el daño que puede ocasionar el terremoto.

2.4.3.3. Evaluación en el campo de las Edificaciones:

La evaluación visual rápida de edificaciones puede ser llevada a cabo individualmente o en parejas, esto puede resultar más conveniente por la oportunidad de discusión y así facilitar la recolección de datos, haciéndola más fiable.

2.4.4. Llenado de Formulario de Recolección de Datos, Nivel 1:

2.4.4.1. Identificación de la Edificación:

Su localización como identificación de la propiedad es muy importante para el asesoramiento ante riesgos por parte de las autoridades competentes. Datos sobre la localización geográfica también es relevante para la obtención de valores que describen la respuesta de aceleración espectral.

2.4.4.2. Características de la Edificación:

Número de Plantas: Algunas veces el grado de daño de la edificación está relacionado a la altura de la estructura, el número de plantas puede ser un indicador para obtener la altura de la edificación, se puede tomar aproximadamente 3 metros por cada planta para uso residencial y 4 metros para uso comercial y oficinas. (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, 2015).

Año de Construcción y Código de Construcción utilizado: Es uno de los principales elementos del método RVS, la edad de la estructura está estrechamente relacionada al diseño y prácticas constructivas, y puede ser determinante el tipo de edificación (FEMA) e incidir en el puntaje final.

Área de Construcción: Puede ser estimada multiplicando el área de cada planta por el número de plantas, este dato puede ser útil para estimar la carga de ocupación. Si es una estimación debe ser anotada como tal en el formulario.

Ampliaciones o Divisiones: Muchas edificaciones tienen sistemas estructurales independientes separados por juntas de construcción, y por ende respuestas distintas a fuerzas laterales con alturas diferentes.

Las edificaciones pueden ser consideradas como partes múltiples si han sido construidas ampliaciones, que pueden ser independientes o acopladas a la construcción original. Si se presentan este tipo de ampliaciones debe constar en el Formulario de Recolección de datos con el año de construcción o presentar un estimado.

2.4.4.3. Fotografías de la Edificación:

Se deberán tomar fotografías de la edificación para propósitos de identificación, además de la observación de características importantes, irregularidades y elementos que podrían representar riesgos al caer. Es esencial que la fotografía muestre un ángulo en donde se pueda observar la altura total de la edificación y las caras adyacentes de la misma.

2.4.4.4. Bosquejo de la Edificación:

Es importante representar un bosquejo de la planta de la edificación así como en altura. Este será muy útil para identificar y enfatizar características estructurales importantes, como irregularidades geométricas y distancia de adosamiento a otras estructuras. Si se tiene acceso a mapas digitales se comprobará el bosquejo realizado.

2.4.4.5. Ocupación de la Edificación:

Se refiere al tipo de uso que va a tener la edificación, no está muy vinculado al riesgo estructural pero puede ser determinante en la realización de planes de mitigación de riesgos.

2.4.4.5.1. Clases de Ocupación según la Metodología RVS:

- **Recreación:** Lugares públicos de reunión de grandes grupos de personas en un sitio al mismo tiempo, un estimativo de 300 personas es usado en Códigos de Construcción. Ejemplo: teatros, auditorios, centros comunitarios, iglesias.
- **Comercial:** Se refiere a centros comerciales, instituciones financieras, restaurantes y edificios de parqueo.
- **Servicios de Emergencia:** Cualquier instalación que sea utilizada en caso de una catástrofe. Se incluye en este tipo de edificaciones estaciones de policía y bomberos, hospitales y centros comunitarios.
- **Industrial:** Se incluyen fábricas, plantas de ensamblaje, e instalaciones de manufactura pesada.
- **Oficinas:** Edificaciones de oficinas y servicios profesionales.
- **Residencial:** Edificaciones para uso residencial, edificios de apartamentos, condominios, casas, residencias, moteles, hoteles.
- **Educación:** Instalaciones públicas o privadas destinadas a educación, se debe indicar el número de unidades con las que cuenta la edificación.

- **Servicios Públicos:** Incluyen edificaciones como Empresas Públicas de Agua Potable, Alcantarillado, Energía Eléctrica, subestaciones de electricidad, etc.
- **Almacenamiento:** Se incluyen edificaciones donde se almacenan objetos como bodegas o depósitos.

2.4.4.5.2. Designaciones Especiales:

No son clases de ocupación pero su determinación puede ser importante en la mitigación de riesgos.

- **Histórica:** Edificaciones y bienes patrimoniales.
- **Gubernamental:** Se incluyen edificaciones locales y estatales que no sean de clasificados como de emergencia.
- **Refugios:** Lugares establecidos como refugios que revisten de alta prioridad para la comunidad.

2.4.4.6. Tipo de suelo:

El tipo de suelo debe ser identificado y documentado en el formulario de recolección de datos, durante la planificación previa al campo; en caso de no existir ninguna base para la clasificación de suelo se deberá asumir el tipo de suelo D. Como se menciona en el FEMA P-155. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation, 2015, las condiciones de suelo más típicas son de tipo de suelo C y tipo de suelo D. Los puntajes Básicos se basan en un tipo de suelo CD, un promedio entre un tipo de suelo C y un tipo de suelo D, se ha considerado que es una manera más precisa de ajuste de valores que como se lo hacía en la Segunda Edición del FEMA 154, en donde se ajustaban los valores desde un tipo de suelo más rígido (B) hacia tipos de suelos más blandos.

Si los mapas de suelos del área en estudio no se encuentran disponibles, el tipo de suelo puede ser estimado basándose en una velocidad de onda de corte promedio en los 30 metros superiores del suelo (V_s^{30}), estos valores han sido establecidos usando pendientes topográficas y condiciones geológicas de la superficie del suelo.

Tipo de suelo/Clase de sitio	Velocidad de onda de corte*, Vs30	Número de golpes estándar*, N	Esfuerzo de corte no drenado de los 30 metros superiores*, Su
A. Roca dura	$V_s^{30} > 1524 \text{ m/s}$		
B: Roca	$762 \text{ m/s} < V_s^{30} < 1524$		
C: Suelos muy densos o roca blanda	$365 \text{ m/s} < V_s^{30} < 762$	$N > 50$	$S_u > 1,0 \text{ kg/cm}^2$
D: Suelos rígidos	$182 \text{ m/s} < V_s^{30} < 365 \text{ m/s}$	$15 < N < 50$	$0,5 \text{ kg/cm}^2 < S_u < 1,0 \text{ kg/cm}^2$
E: Arcillas blandas	$V_s^{30} \leq 182 \text{ m/s}$	$N < 15$	$S_u < 0,5 \text{ kg/cm}^2$
	Más de 3 metros de suelo blando con un índice de plasticidad $PI > 20$, contenido de agua $w > 40 \%$ y $S_u < 0,25 \text{ kg/cm}^2$		
F: Suelos pobres	Los suelos requieren de evaluaciones de sitio específicas		
	Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados.		
	Perfiles con $H > 3$ metros para turba o arcillas muy orgánicas.		
	Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7,5$ metros con $IP > 75$).		
	Más de 36 metros de arcillas de rigidez blanda o mediana.		

* Valores promedio

Tabla 2.2. Definiciones de Tipo de Suelo. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

2.4.4.6.1. Tipos de perfiles:

A: Perfil de roca Competente.

B: Perfil de roca de rigidez media.

C: Perfil de suelos muy densos o roca blanda.

D: Perfiles de suelos rígidos.

E: Perfil que contiene arcillas blandas.

F: Suelos correspondientes a arcillas sensitivas, suelos colapsables, rellenos, arcillas de alta plasticidad.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC_SE_DS) Peligro sísmico, el Perfil de Suelo Tipo F contempla las siguientes subclases:

- F1, Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.

- F2, Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H >3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).
- F3, Arcillas de muy alta plasticidad (H >7.5 m con índice de Plasticidad IP >75).
- F4, Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H >30m).
- F5, Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.
- F6, Rellenos colocados sin control ingenieril.

(Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC_SE_DS) Peligro Sísmico, 2014)

2.4.4.7. Riesgos geológicos:

Condiciones en las estructuras tienen mayores riesgos a sufrir daños y colapso durante un sismo que son:

- Licuefacción.
- Fallas geológicas.
- Potenciales deslizamientos.

En caso de existir alguna de estas condiciones en la construcción, se deberá realizar una evaluación más detallada, estos peligros geológicos se deberán identificar y documentar en el formulario de recolección de datos.

En la etapa de Pre-Planificación y análisis de la zona en estudio, no se encontró ningún tipo de riesgos geológicos, ya sea licuefacción o fallas geológicas.

La presencia de posibles deslizamientos se evaluará durante la visita de campo, mediante la evaluación de la distancia entre el edificio y una pendiente de talud pronunciada ya sea por encima o debajo del nivel del edificio. Como regla se deberá tener en cuenta que si la altura de la pendiente del talud es mayor que la distancia más cercana de la edificación se deberá registrar en el formulario de recolección de datos como un peligro. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

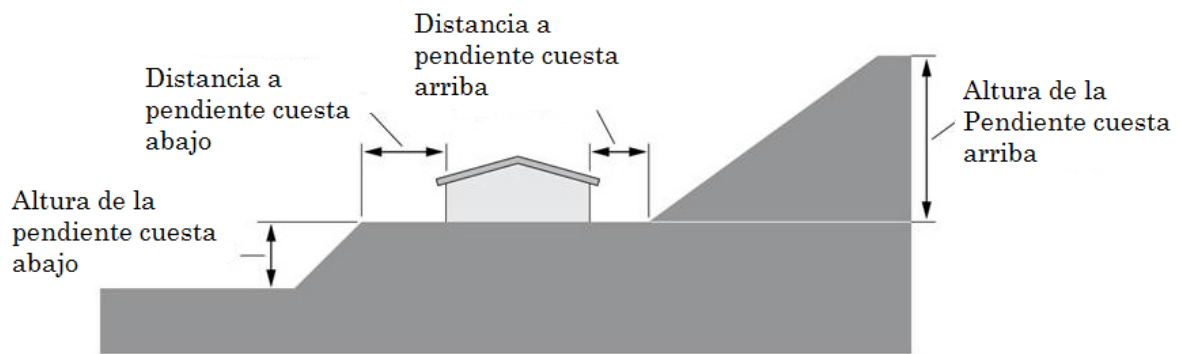


Figura 2.4. Edificación con peligro potencial de deslizamiento de tierra. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

Si la presencia del riesgo geológico no se ha determinado como parte de la planificación antes de la visita de campo se determinará como desconocido.

2.4.4.8. Adyacencia:

La interacción entre edificaciones adyacentes puede generar daños a las estructuras durante eventos sísmicos. Por ejemplo, si no hay suficiente separación entre ellas se puede generar golpeteo debido al movimiento lateral producido por el sismo. Otro peligro es la caída de objetos desde edificaciones colindantes como chimeneas, paredes, tanques, vallas u otros elementos arquitectónicos o estructurales que se puedan desprender y caer sobre la estructura evaluada.

Si alguna de estas dos situaciones mencionadas ha sido identificada se deberá realizar una evaluación estructural más detallada. Según lo mencionado en el FEMA P-154, para regiones de Alta Sismicidad, la mínima separación entre edificaciones es 3,8 cm por piso.

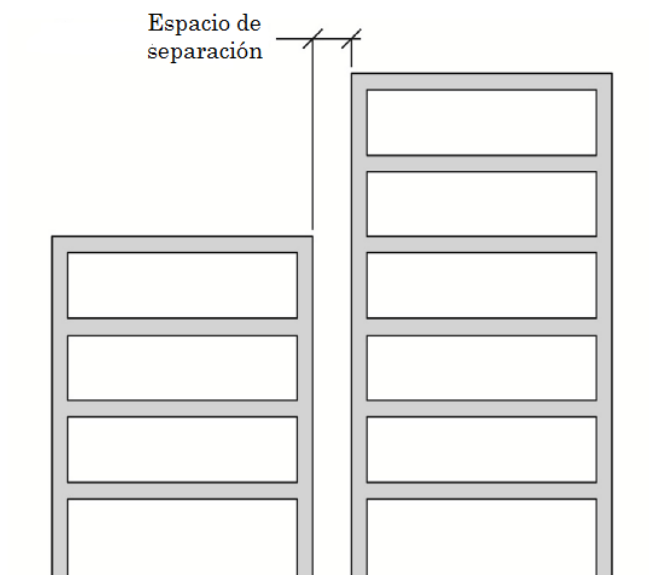


Figura 2.5. Separación entre edificios adyacentes. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

El golpeteo es considerado cuando la separación es menor que la mínima descrita en la norma y cuando se cumpla al menos una de las siguientes condiciones:

- Cuando los pisos están desalineados verticalmente por más de 61 cm. El daño o colapso de la edificación se dará cuando la masa total de un piso impacte directamente a las columnas o paredes de la edificación adyacente.
- Cuando una edificación es uno o más pisos más alta que la estructura adyacente, el daño se concentrará en el edificio más alto a la altura del techo de la edificación más baja.
- Cuando la edificación se encuentra al final de una serie de tres o más edificaciones, se imponen altas solicitaciones en las edificaciones finales cuando no se tiene otra estructura en el otro lado para balancear las cargas, se han observado graves daños en terremotos pasados.

(FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.4.4.9. Irregularidades:

Generalmente las edificaciones son irregulares, ya sean por razones funcionales, arquitectónicas o económicas; por ejemplo, en muchas ocasiones el primer piso posee mayor altura que el resto de pisos porque es un espacio comercial. Las irregularidades influyen en el desempeño sísmico de la estructura, y pueden encontrarse en dos categorías: irregularidades en elevación e irregularidades en planta.

La metodología RVS califica a estas irregularidades con modificadores de puntaje negativos y dependen del tipo y severidad que representan.

2.4.4.9.1. Irregularidades en Elevación:

Terreno en Pendiente: Si la edificación se encuentra en un terreno empinado, se puede generar un problema en donde la rigidez de la edificación en la parte baja de la pendiente es diferente al de la parte alta, además cuesta arriba la rigidez de las columnas cortas atraen a las fuerzas cortantes del sismo y pueden incurrir en una falla.

Para todos los tipos de edificación según el FEMA, excepto para edificaciones con pórticos livianos de madera (W1) se debe aplicar el Modificador de Puntaje Moderado cuando al menos hay un piso de diferencia en la pendiente de un lado con respecto al

otro. En cambio, si se da este mismo caso en una edificación W1 se deberá aplicar un Modificador de Puntaje Severo. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

Piso débil y/o piso blando: Un piso débil es aquel que aparece cuando un piso tiene menor resistencia (menos paredes o columnas) que el piso inmediato superior o inferior. En cambio existe piso blando cuando la rigidez de un piso es mucho menor que los otros. En una evaluación visual es difícil identificar este tipo de problemas, pero si está en duda se debe asumir que existe, y comentarlo en la sección correspondiente.

Usualmente las edificaciones con pórticos livianos de madera (W1) tienen 'cripple walls' que son paredes cortas de entramado de madera que dejan un espacio bajo el primer piso y son la parte más débil de la estructura si no están arriostradas. Estas paredes cortas al no estar arriostradas se deben considerar en los Modificadores de Puntaje como una irregularidad Moderada.

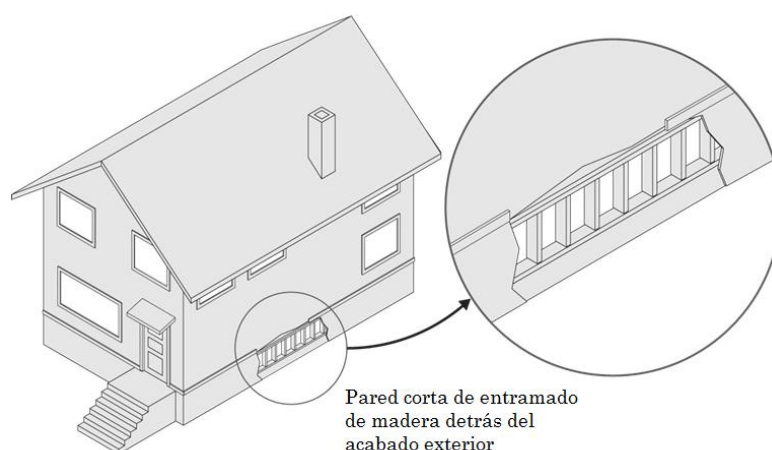


Figura 2.6. Esquema de edificación W1 con 'cripple walls'. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

En los Modificadores de Puntaje, este tipo de irregularidad se deberá considerar como Severa cuando:

- En el caso descrito anteriormente de las edificaciones con paredes cortas de entramado de madera, el espacio entre la fundación y el primer piso es ocupado, se considera piso blando.
- En edificaciones con pórticos livianos de madera (W1) el espacio sobre el garaje es ocupado.

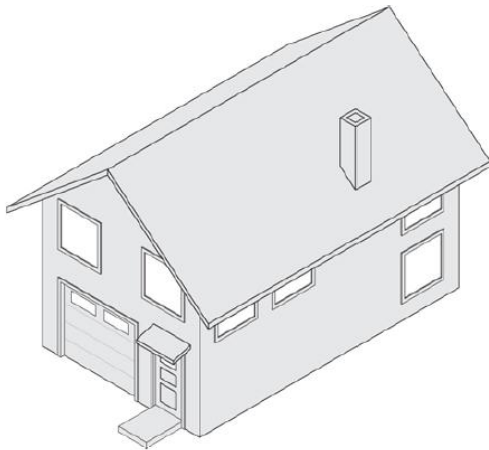


Figura 2.7. Esquema de edificación W1A con espacio ocupado sobre el garaje. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

- En edificaciones residenciales múltiples con pórticos de madera (W1A) se deja un espacio frontal en la planta baja que funcione como parqueadero.

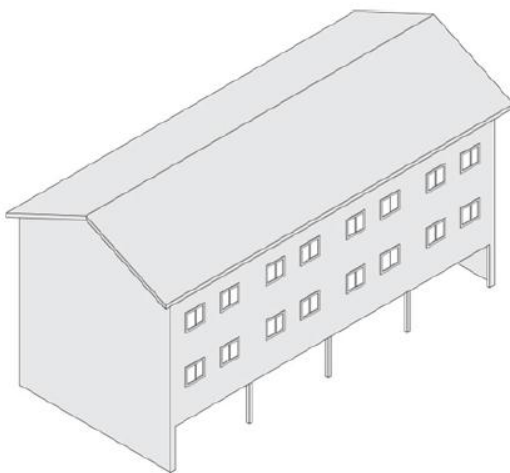


Figura 2.8. Esquema de edificación con piso blando por requerimiento de parqueadero. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

(FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

- Uno de los pisos tenga menos columnas o paredes que los pisos superiores (piso débil).

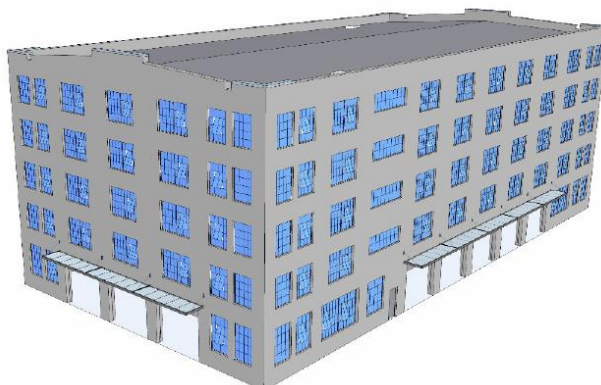


Figura 2.9. Esquema de edificación con piso débil por grandes espacios en planta baja. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

- Uno de los pisos es particularmente más alto que los otros (piso blando).

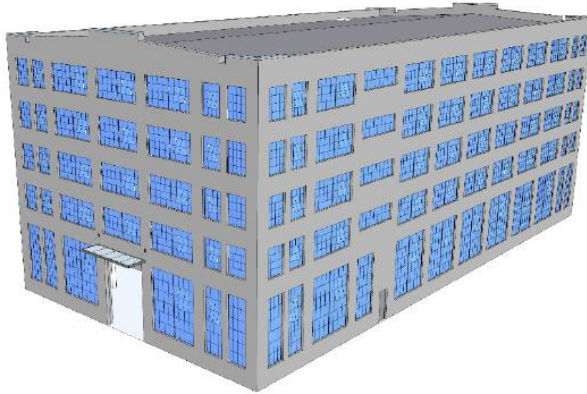


Figura 2.10. Esquema de edificación con piso blando. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

Discontinuidad fuera del Plano: Esta irregularidad se da cuando el sistema resistente de un piso no está alineado verticalmente con el sistema resistente de los pisos inferiores o superiores; este tipo de irregularidades deben ser consideradas como Severas cuando exista una discontinuidad mayor que 61 cm.

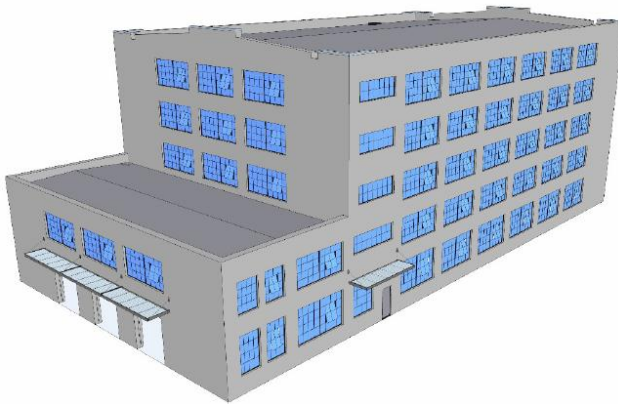


Figura 2.11. Esquema de edificación con discontinuidad fuera del plano en el tercer piso. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

Discontinuidad en el plano del Sistema Resistente: Esta condición ocurre cuando el sistema estructural resistente en niveles superiores está desplazado de aquel en niveles inferiores, el daño se puede concentrar en los elementos horizontales que conectan los elementos laterales desplazados y en los elementos verticales que se presentan por debajo de los elementos laterales en niveles superiores. Esta irregularidad es considerada como una irregularidad Moderada.

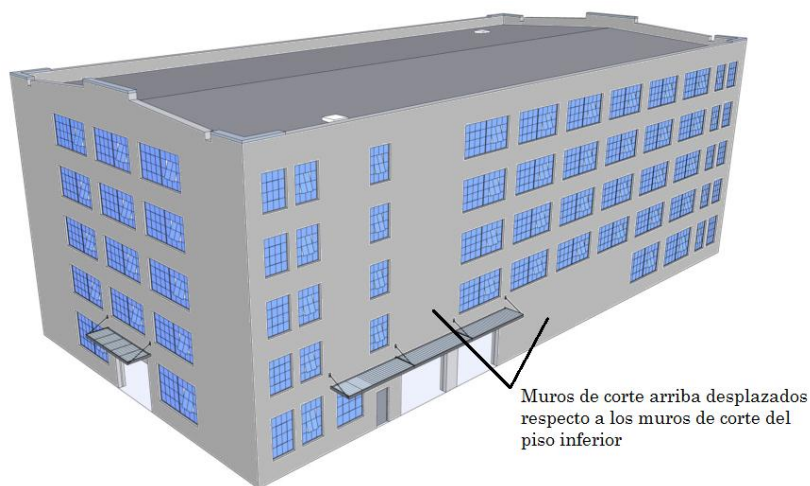
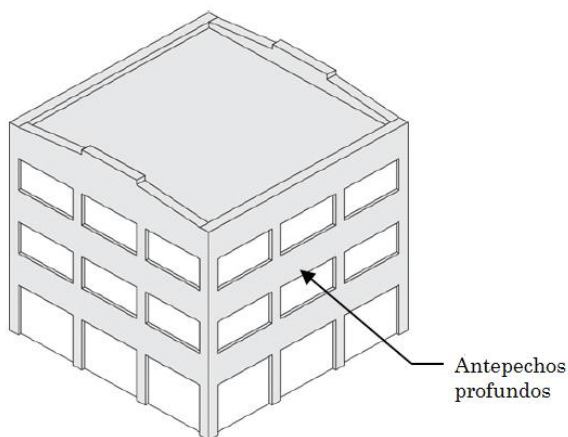


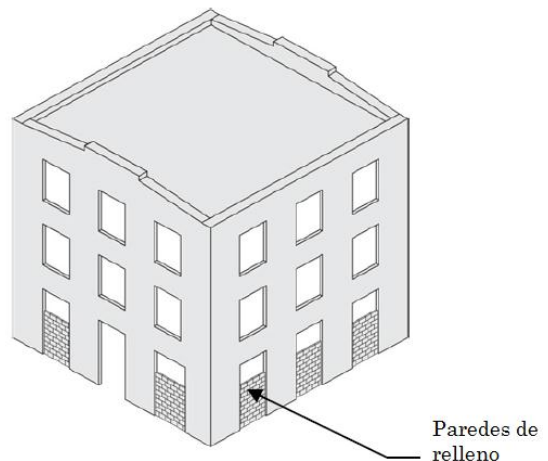
Figura 2.12. Esquema de edificación con discontinuidad en el plano del sistema resistente. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

Muros de corte arriba desplazados respecto a los muros de corte del piso inferior

Columnas cortas: Se producen cuando las columnas son más cortas que las columnas típicas, éstas al ser más pequeñas, son más rígidas y reciben mayor fuerza lateral y consecuentemente experimentan un daño significativo. Se pueden generar cuando se acorta la altura parcial de la columna al construir paredes adyacentes o cuando se añaden losas entre plantas (mezanine). Las columnas cortas son irregularidades consideradas como Severas. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)



Antepechos profundos



Paredes de relleno

Figura 2.13. Esquema de edificaciones con columnas cortas. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

Niveles desplazados: Ocurre cuando el nivel de piso o techo de una parte de la edificación no está alineado con el nivel de piso o techo de otras partes. El daño se concentra en los elementos que conectan el piso desplazado con los elementos estructurales verticales. Esta irregularidad es considerada como Moderada.

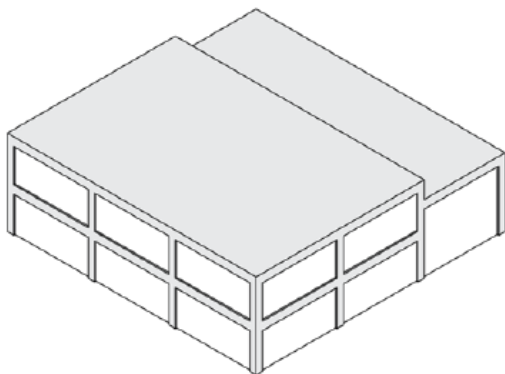


Figura 2.14. Esquema de edificación con niveles desplazados. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

2.4.4.9.2. Irregularidades en Planta:

Torsión: Se produce cuando una edificación posee una buena resistencia a cargas laterales en una dirección pero no en la otra, o cuando existen grandes excentricidades de rigidez en el sistema sismorresistente que producen torsión en planta alrededor del eje vertical. Generalmente la irregularidad torsional prevalece en edificaciones esquineras, en donde, los lados paralelos a las calles tienen grandes aberturas y los otros son sólidos.

Sistemas No Paralelos: Edificaciones con forma de cuña, triangulares o aquellas en esquinas de calles que no se unan en 90° son susceptibles a torsión y un potencial colapso.

Esquinas reentrantes: Edificaciones que tengan retrocesos excesivos en las esquinas con formas de U, L, E, T o cruz, con proyecciones mayores a 61 metros. Se pueden desarrollar concentración de esfuerzos en las esquinas e incurrir en daños o incluso en el colapso. Se debe considerar si existen juntas constructivas en tales edificaciones y deberán ser evaluadas en forma separada, pudiendo tener problemas de golpeteo.

Abertura en diafragmas de piso: Las losas de las edificaciones tienen la función de distribuir las fuerzas sísmicas a los elementos verticales del sistema estructural sismorresistente. Las grandes aberturas en las losas reducen la capacidad de transferir las cargas laterales. Una gran abertura es aquella cuyo ancho es mayor al 50% del ancho del diafragma de piso, son construidas con propósitos arquitectónicos como por ejemplo claraboyas.

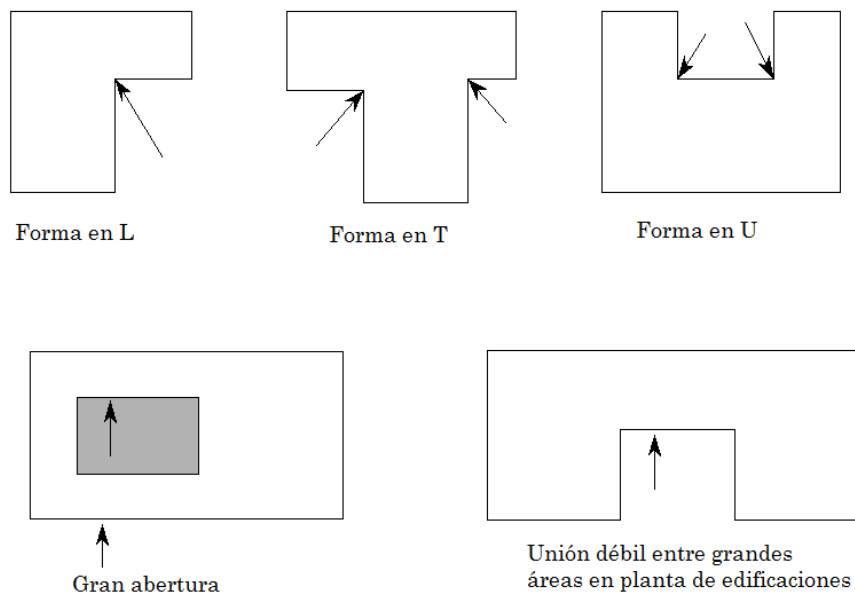


Figura 2.15. Vista en planta de configuración de edificaciones con esquinas reentrantes y aberturas.
Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

Vigas no alineadas con Columnas: Ocurre cuando las vigas exteriores no están alineadas con las columnas en planta, sucede típicamente en edificaciones de hormigón armado cuando el perímetro de las columnas están por fuera del de las vigas. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.4.4.10. Peligro de caída de objetos exteriores:

Se refiere a elementos no estructurales que pueden generar peligro al caer como son chimeneas, revestimientos, parapetos, voladizos; estos revisten de mucho peligro al caer sobre todo si no están anclados de manera correcta a la edificación.

2.4.4.11. Daños y Deterioro:

El sistema de puntuación en la metodología RVS se establece en base a que una edificación está construida con materiales en buenas condiciones. El deterioro de los elementos estructurales puede influir de manera significativa en el desempeño sísmico de la estructura y esta condición debe ser evaluada durante la encuesta.

Las estructuras que presenten visiblemente signos de un pobre o nulo mantenimiento deben ser candidatos a una investigación más detallada, ya que los elementos

estructurales del sistema resistente pueden ser objeto de daños y consecuentemente de un debilitamiento de la edificación.

Se debe enfocar la evaluación de este aspecto en los elementos principales del sistema estructural sismorresistente con signos de deterioro, pueden ser: corrosión en columnas de acero, deterioro de juntas de mortero en la mampostería, grandes grietas en paredes debido a terremotos anteriores. Habrá que tomar en cuenta también elementos de la cimentación que estén comprometidos o si se está produciendo erosión en los suelos confinados; este tipo de condiciones reducen la capacidad de resistencia ante fuerzas laterales. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

Conociendo que en la metodología RVS el acceso al interior de las edificaciones es limitado se deberá enfocar la evaluación en condiciones visibles como:

- Si la edificación es abandonada o no, si lo es, muy posiblemente no haya tenido mantenimiento.
- Los pisos, techos o vigas tiene algún tipo de hundimiento.
- Las vigas o columnas presentan grietas.
- En edificaciones de hormigón armado, el hormigón se ha erosionado y se puede ver el refuerzo de acero.
- Corrosión en elementos de acero.
- Los elementos de cimentación se encuentran expuestos debido a la erosión del suelo adyacente.

2.4.4.12. Identificación del tipo de edificación según el FEMA y documentación del Puntaje Básico respectivo:

Un sistema de clasificación según el tipo de edificación permite que estructuras con similares materiales de construcción y sistemas resistentes sean agrupados, facilitando su identificación, sus fortalezas y vulnerabilidades, y por ende, su desempeño durante un terremoto.

La metodología RVS descrita en el FEMA P-154 agrupa a las combinaciones más comunes de materiales de construcción y sistemas estructurales sismorresistentes en 17 grupos, referidos como 'Tipos de Edificaciones FEMA'; cada uno de estos tipos de edificaciones tiene su propio puntaje básico para cada Región Sísmica.

El procedimiento RVS se basa en la premisa de que toda edificación evaluada es una de los 17 tipos de edificaciones FEMA, y que puede ser determinada desde una observación desde la calle. Una edificación que no pueda ser asignada dentro de estos tipos requerirá de una investigación especial para determinar si reviste de un riesgo sísmico.

2.4.4.12.1. Tipos de Edificaciones FEMA y Puntajes Básicos:

Se describen a continuación los 17 tipos de edificación FEMA y se referencian en paréntesis los códigos usados en el Formulario de Recolección de Datos, junto con el Puntaje Básico correspondiente a cada uno para una Zona Sísmica Alta, referenciado entre corchetes.

- Viviendas multifamiliares con pórticos livianos de madera de uno o varios pisos de altura (W1), [3,6].
- Edificaciones residenciales múltiples con pórticos livianos de madera que abarcan por cada piso áreas en planta mayores a 914,4 m² (W1A), [3,2].
- Edificaciones comerciales e industriales con pórticos de madera que abarcan por cada piso áreas en planta mayores a 1.524 m² (W2), [2,9].
- Edificaciones con pórticos de acero resistentes a momento (S1), [2,1].
- Edificaciones con pórticos arriostrados de acero (S2), [2,0].
- Edificaciones de metal liviano (S3), [2,6].
- Edificaciones con pórticos de acero y muros de corte fundidos en sitio (S4), [2,0].
- Edificaciones con pórticos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo (S5), [1,7].
- Edificaciones con pórticos de hormigón resistentes a momento (C1), [1,5].
- Edificaciones de hormigón con muros de corte (C2), [2,0].
- Edificaciones con pórticos de hormigón y paredes de mampostería sin refuerzo (C3), [1,2].
- Edificaciones 'tilt-up', construcción con paneles de hormigón fundidos en sitio (PC1), [1,6].
- Edificaciones con pórticos de hormigón prefabricado (PC2), [1,4].
- Edificaciones de mampostería reforzada con diafragmas de piso flexibles (RM1), [1,7].
- Edificaciones de mampostería reforzada con diafragmas de piso rígidos (RM2), [1,7].
- Edificaciones de paredes portantes no reforzadas (URM), [1,0].
- Viviendas prefabricadas (MH), [1,8].

Estimando los daños que se pueden generar y las funciones que se pueden perder, los puntajes básicos han sido calculados para cada uno de los tipos de edificaciones que reflejan la posibilidad de colapso que pueda ocurrir en estas debido al riesgo de ocurrencia del Terremoto Máximo Considerado (MCE_R). (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

Los Puntajes Básicos varían dependiendo de la Zona Sísmica en donde se encuentran emplazadas las estructuras, en este caso una Zona Sísmica Alta. Esta manera de puntuación se aplica a edificaciones que fueron construidas después de la adopción inicial y reforzamiento de un Código Sísmico, pero antes de un relativo mejoramiento del mismo; por ello es muy importante la referencia del año de construcción de la edificación durante esta fase de pre planificación. De esta manera el Formulario de Recolección de Datos provee de modificadores de puntaje referidos al año de construcción.

Se presentará muchas veces durante la evaluación la posibilidad de que una edificación no sea identificada en ninguno de los 17 tipos de Edificaciones FEMA, en este caso, los evaluadores deberán eliminar todas las otras posibilidades que ciertamente no son y asumir que es alguna de las restantes. Si permanecen dos o tres posibilidades se deben encerrar dichos tipos en el formulario, si se mantienen más de tres posibilidades se deberá encerrar “Do not Know” y no se calcula un puntaje para dicha edificación.

2.4.4.12.2. Evaluación de Edificaciones con más de un tipo de Edificación FEMA:

Una estructura que sea un Tipo de Edificación FEMA en un sentido y otro tipo en el otro sentido deberá ser evaluado para ambos tipos, y el menor Puntaje Final será el que gobierne.

Parecido será la evaluación cuando exista un Tipo de Edificación FEMA por encima de otro tipo en la misma edificación, en este caso, cada piso con diferente Tipo de Edificación FEMA será evaluado por separado y gobernará al final el Puntaje menor.

2.4.4.12.3. Evaluación de Edificaciones con Ampliaciones:

Se deberán considerar aquellas edificaciones en donde las ampliaciones signifiquen un efecto en la resistencia sísmica de la estructura. Una característica importante de una ampliación es que esté conectada estructuralmente a la edificación original, si existen juntas constructivas, las estructuras adyacentes se evaluarán por separado.

2.4.4.13. Modificadores de Puntaje:

Una vez que se haya completado la primera parte del Formulario de Recolección de Datos y se haya identificado el tipo de edificación, el evaluador deberá estar preparado para calcular el Puntaje utilizando la Matriz de Puntuación, considerando los Puntajes Básicos y los Modificadores de Puntaje relacionados a las características y desempeño de la edificación.

Irregularidades en Elevación: Deberán ser identificadas si estas irregularidades se consideran como moderadas o severas y deberán ser encerradas en un círculo, en caso de existir.

Irregularidades en Planta: Si se identifican una o más irregularidades en planta, se debe encerrar en un círculo el modificador correspondiente en la Matriz de Puntuación.

Pre-Código: Aplicable si la edificación evaluada ha sido diseñada y construida anterior a la adopción y mejoramiento de Códigos Sísmicos acogidos para cada tipo de Edificación FEMA.

Post-Referencia: Es aplicable si la edificación evaluada ha sido diseñada y construida después del mejoramiento y adopción de Códigos Sísmicos acogidos para cada tipo de Edificación FEMA.

Tipo de suelo: Los modificadores de puntaje están dados para los Suelos Tipo A, B y E. En el suelo tipo E existe una diferenciación del número de pisos, de 1 a 3 y mayores a 3, se deberá seleccionar según corresponda. Los puntajes básicos se han calculado asumiendo un Tipo de Suelo CD (promedio entre tipos de suelo C y D), es por eso que no existen modificadores de puntaje para estos dos tipos de suelo. No existe tampoco un modificador de puntaje para el tipo de suelo F porque no puede ser evaluado correctamente con la metodología RVS, necesitará de una evaluación más detallada. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

Puntaje Mínimo, S_{MIN} : Los modificadores de puntaje fueron desarrollados para calcular la probabilidad de colapso cuando exista una variación de cualquiera de las condiciones ya mencionadas. Si la combinación de todos estos efectos resultan en un Puntaje Final menor que cero, implica que la probabilidad de colapso sería mayor al 100%, lo que resulta imposible. Debido a esto, se considera un Puntaje Mínimo considerando la peor combinación posible de tipo de suelo, irregularidades, año de construcción; todas al mismo tiempo.

2.4.4.14. Determinación del Puntaje Final del Nivel 1, S_{L1} :

El puntaje final del Nivel 1 se determina para cada edificación evaluada sumando los Modificadores de Puntaje seleccionados y el Puntaje Básico de la Edificación. Se deberá revisar si el valor obtenido es menor que el Puntaje Mínimo, si lo es, se toma el valor del puntaje mínimo.

Si el evaluador tiene incertidumbre en la selección del Tipo de Edificación FEMA, deberá ir descartando las alternativas que no son y puntuar a las restantes, durante la obtención del puntaje final deberá escoger la alternativa con menor puntaje; es un enfoque conservador.

Si el evaluador no tiene seguridad en la decisión tomada deberá seleccionar “Do not Know” para el tipo de Sistema Estructural Resistente y la edificación evaluada no será puntuada.

2.4.4.15. Extensión de la Revisión:

Es una parte del formulario en donde se detalla la evaluación de la edificación. Se evalúa si fue posible el acceso exterior total y si se ha accedido al interior de la misma. También existe un espacio en donde se puede incluir información brindada por el propietario de la edificación o el administrador, usada para complementar la ficha.

Se puede indicar también los recursos que se utilizaron durante la etapa de planificación, las fuentes en donde se obtuvo información sobre las características del suelo, los peligros geológicos y planos. Esta información es valiosa para análisis de los resultados de la metodología RVS.

2.4.4.16. Documentación de la Evaluación de los Resultados del Nivel 2:

Existen otros riesgos que el Nivel 1 no considera en su puntuación y que pueden resultar sísmicamente peligrosos. Si se desea realizar una evaluación más detallada (Nivel 2) se deberán considerar condiciones como: golpeteo potencial, objetos peligrosos que pueden caer desde edificaciones adyacentes más altas, peligros geológicos, daños o deterioro del sistema resistente estructural.

2.4.4.17. Determinación de la Acción Requerida:

El paso final para completar el Nivel 1 del Formulario de Recolección de Daos es indicar la acción requerida, basada en la información recogida durante la evaluación. El Evaluador indicará si es requerida una Evaluación estructural detallada, pudiendo escoger una de las alternativas dadas en el formulario.

2.4.5. Llenado de Formulario de Recolección de Datos, Nivel 2:

El Nivel 2 debe ser únicamente evaluado por un profesional en ingeniería estructural o arquitectura, o estudiantes con conocimientos de evaluación o diseño sísmico. Deberá ser aplicado el formulario de recolección con la misma región sísmica seleccionada en el Nivel 1.

Se llenarán datos iniciales de la edificación como se lo hizo en el Nivel 1, además del puntaje final obtenido y los Modificadores de Puntaje correspondientes a las irregularidades.

2.4.5.1. Puntaje Ajustado Base para el Nivel 2:

Se calcula el puntaje ajustado base para el nivel 2 (S') restando del Puntaje Final en Nivel 1 (S_{L1}) el modificador de puntaje por irregularidad en planta (V_{L1}) menos el modificador de puntaje por irregularidad en elevación (V_{L2}).

2.4.5.2. Registro de los Modificadores de Puntaje:

Si aplican para cada edificación los Modificadores de Puntaje deberán ser encerrados en un círculo, caso contrario, se los tachará con una línea. El evaluador podrá hacer algún comentario si así lo requiere.

2.4.5.3. Irregularidades en Elevación:

En el Nivel 2 se incluyen Modificadores de Puntaje para cada tipo de irregularidades en elevación, se deberán sumar todos los puntajes para cada irregularidad y colocar el resultado en el espacio de subtotales. Una edificación con una irregularidad vertical será más vulnerable si existe una segunda irregularidad presente. Sin embargo, la suma de modificadores de puntaje por irregularidades en elevación (cada uno representa un incremento en la probabilidad de colapso) sobreestima el efecto de la irregularidad

añadida. Es por esto que se usa un valor tope como una aproximación del desempeño de la estructura.

2.4.5.3.1. Otra irregularidad:

Se aplicará este Modificador de Puntaje si esta irregularidad en elevación no está considerada de las otras mencionadas anteriormente, éste deberá ser aplicada si se observa una irregularidad en masa o una condición especial como una piscina en la terraza; el evaluador decidirá si la irregularidad representa un efecto moderado o severo.

2.4.5.4. Irregularidades en Planta:

En esta sección del Nivel 2 se incluyen otras formas de irregularidad y Modificadores de Puntaje para cada tipo de irregularidad en planta. Aquí también existe un valor tope como aproximación del desempeño esperado de la estructura.

2.4.5.4.1. Esquina reentrante:

Cabe detallar lo mencionado anteriormente sobre esta irregularidad que este defecto se produce cuando ambas proyecciones de la esquina interior exceden el 25% de la dimensión general en planta en esa dirección.

2.4.5.4.2. Otra irregularidad:

Este punto le permite al evaluador aplicar un Modificador de Puntaje en aquellas irregularidades que no encajen con las descripciones mencionadas en otras irregularidades en planta, si es observada deberá ser comentada en la sección correspondiente.

2.4.5.5. Redundancia:

Las edificaciones que tienen más elementos estructurales sismorresistentes tienen una mayor redundancia y se espera que tengan un mejor desempeño sísmico que aquellas que tienen menos elementos sismorresistentes. Si una edificación tiene al menos dos vanos con elementos de estructuración sismorresistente en cada lado de la misma y en cada dirección, existe un nivel suficiente de redundancia. Si esto es cierto, el evaluador

deberá aplicar un Modificador de Puntaje positivo. Para edificaciones con muros de corte, si el número de vanos no está claro, deberá considerarse como tal la altura del piso. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.4.5.6. Golpeteo:

En la evaluación correspondiente al Nivel 2 el golpeteo es considerado con puntaje. En Regiones de Alta Sismicidad como es el caso del presente trabajo, si la edificación evaluada está separada de la estructura adyacente por menos del 1,00% de la altura de la edificación más baja, el golpeteo puede representar un problema. Los valores de separación están basados en consideraciones del peor caso de desplazamiento modal en el extremo superior del rango para esa región sísmica.

El Modificador de Puntaje varía de acuerdo a la severidad del tipo de condición de golpeteo existente, cuando la separación es menor que el límite, deberán ser consideradas las tres condiciones de golpeteo mencionadas anteriormente. Si se advierte en una edificación que posee más de una condición de golpeteo, éstas deberán sumarse, pero no se excederá del valor tope indicado en el formulario. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.4.5.7. Consideración de las Ampliaciones en Edificaciones:

En el Nivel 2 no se especifica una sección en particular para puntuar a las ampliaciones en las edificaciones, en su lugar el efecto de posibles ampliaciones que puedan afectar el desempeño sísmico de la estructura se lo contabiliza en las irregularidades en elevación o en planta.

Dadas las características de las ampliaciones, el evaluador decidirá si se debe considerar como una sola edificación o analizarlas en forma separada. Edificaciones que han sido construidas originalmente con dos tipos diferentes de estructuración en altura, como por ejemplo, edificaciones residenciales con pórticos de madera construidas sobre una base de hormigón, no deberán ser consideradas que tienen una ampliación.

2.4.5.8. Aspectos Específicos del Tipo de Estructuración:

En el Nivel 2 se incluyen algunos aspectos que modifican el puntaje debido a varias condiciones que son afectan en el desempeño estructural de la edificación.

- **Edificaciones S2, es visible un sistema de Arriostramiento en K:** Un sistema de arriostramiento en K se refiere cuando las riostras intersectan a la columna en la mitad de su altura sin ningún miembro o conexión horizontal a un diafragma. Cuando una de las riostras padece a compresión, ésta puede cargar a la columna con altas demandas y el riesgo de falla o colapso de la misma se incrementa.
- **Edificaciones C1, Placas planas sirven como viga en el pórtico resistente a momento:** En muchas edificaciones antiguas de hormigón con pórticos resistentes a momento, las placas planas sirven como una viga efectiva en el pórtico resistente a momento. Sin embargo, las placas planas no tienen un detallamiento estructural como la viga con estribos y no son iguales a una losa plana. Las placas planas pueden incrementar el riesgo de falla de corte por punzonamiento, y puede llegar hasta el colapso de la estructura.
- **Edificaciones PC1/RM1, existen uniones techo-pared que son visibles o que no están sujetos a flexión transversal según planos:** No se aplica este Modificador de Puntaje en combinación con los de Post-Referencia o de Readecuación porque se estaría modificando el puntaje en forma doble.
- **URM, paredes triangulares (gable walls) están presentes:** En las edificaciones con paredes portantes no reforzadas normalmente estas paredes triangulares no están arriostradas y usualmente son vulnerables a fallas fuera del plano. Este tipo de paredes ofrecen soporte vertical al techo, la falla de estas paredes pueden resultar en un colapso parcial.



Figura 2.16. Edificación con 'paredes triangulares'. Fuente: (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015)

- **MH, existe un sistema de arriostramiento sísmico adicional previsto entre el suelo y la vivienda:** El Puntaje Básico para viviendas prefabricadas ha sido definido asumiendo que un arriostramiento adicional está ausente. Es muy poco común que existan estas riostras, pero si es así, deberá ser modificado con un puntaje positivo.

(FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.4.5.9. Readecuaciones:

El evaluador deberá aplicar un Modificador de Puntaje positivo si la edificación ha tenido algún tipo de readecuación o reacondicionamiento. Una readecuación completa sería aquella realizada en todos los elementos de la ruta de carga lateral, elementos adicionales que mitiguen riesgos localizados como anclajes en paredes o riostras en antepechos no califican para utilizar este modificador de puntaje.

Readecuaciones parciales o incompletas deberán ser anotadas en la sección de comentarios, pero sin ser aplicado el modificador de puntaje. Es posible observar durante la evaluación elementos verticales que sirven para una readecuación sísmica, como pórticos a momento, pórticos arriostrados o muros de corte.

2.4.5.10. Puntaje Final del Nivel 2:

El Puntaje Final del Nivel 2 se obtiene sumando el Puntaje Base S' , los modificadores de puntaje del Nivel 2 (V_{L2} , P_{L2}) y M (otros aspectos considerados). En muchos casos la evaluación del Nivel 2 resulta en un mayor puntaje que en la evaluación del Nivel 1, porque los atributos de la edificación han sido examinados con mayor detalle y los modificadores de puntaje pueden ser menos conservadores. El puntaje final del Nivel 2 está sujeto al mismo Puntaje Mínimo (S_{MIN}) que el Nivel 1.

2.4.5.10.1. Otras condiciones observables:

Si el evaluador del Nivel 2 observa una condición que indica que la edificación tiene riesgos sísmicos potenciales deberá comentarlo en la sección correspondiente y en el formulario del Nivel 1 indicar que necesita una evaluación estructural detallada.

2.4.5.11. Peligros observables no estructurales:

Los modificadores no estructurales no afectan a la probabilidad de colapso, es por esto que el Puntaje Final tampoco se altera. Los aspectos en esta sección se refieren primordialmente a objetos que pueden caer, pero diferente a lo expuesto en el Nivel 1. El evaluador decidirá si estos aspectos existen y emitirá sus comentarios.

Se plantean siete aspectos relacionados a objetos exteriores que pueden ser peligrosos al caer y dos aspectos de objetos interiores. Estos últimos deben ser considerados si se permite el acceso interior a la edificación. Después de revisar cada uno de los aspectos el evaluador estimará el desempeño sísmico no estructural de la edificación y una de las opciones será escogida:

- *Riesgos potenciales no estructurales que signifiquen una amenaza a la seguridad de los ocupantes*, se recomienda una evaluación no estructural detallada.
- *Riesgo no estructural identificado que signifique una amenaza a la seguridad de los ocupantes*, no se requiere de una evaluación no estructural detallada.
- *Riesgo menor o inexistencia de riesgos no estructurales que signifiquen una amenaza a la vida seguridad de los ocupantes*, no se requiere de una evaluación no estructural detallada. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.4.5.12. Comentarios:

El evaluador hará uso de esta sección cuando haya observado alguna condición especial en la edificación o se hayan indicado algunos problemas que no pudieron ser evaluados en campo. El evaluador deberá describir con detalle algún daño o deterioro observado o algún otro tipo de irregularidad.

2.4.5.13. Transferencia de los Resultados del Nivel 2 al Formulario del Nivel 1:

El Puntaje Final del Nivel 2 (S_{L2}) se transfiere al formulario del Nivel 1 y le reemplaza al Puntaje Final del Nivel 1. El evaluador del Nivel 2 deberá indicar también en el formulario del Nivel 1 los resultados de la evaluación no estructural del Nivel 2. El evaluador deberá completar o revisar las secciones del Nivel 1 como “Otros peligros” y “Acción Requerida” basados en estos resultados.

2.5. RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO RVS

La metodología RVS está destinada a ser una evaluación preliminar de un proceso multifase para identificar edificaciones que posean algún tipo de riesgo sísmico, posteriormente deberán ser analizadas con mayor detalle por un profesional en diseño sísmico; se recomienda que una evaluación más detallada sea realizada de acuerdo a la ASCE/SEI 41-13 *Evaluación Sísmica y Reacondicionamiento de Edificaciones Existentes* (ASCE, 2014).

Basándose en una evaluación más detallada, muchas de las edificaciones identificadas con Riesgo Sísmico mediante la metodología RVS podrían probar ser adecuadas.

2.5.1. Interpretación de la Puntuación RVS:

Habiéndose determinado el Puntaje Final, S, basado en los Puntajes Básicos y Modificadores de Puntaje, se deberá determinar ahora lo que significa dicho puntaje. El Puntaje Final estima la probabilidad de colapso como se explicó anteriormente, se fundamenta en el análisis y observación de datos limitados, por lo tanto, la probabilidad de colapso es aproximada.

Por ejemplo, un Puntaje Final de 3 implica la posibilidad de 1 en 10^3 (1 en 1000) que la edificación colapse si ocurre un movimiento de la tierra. Un Puntaje Final de 2 implica la posibilidad de colapso de la edificación de 1 en 10^2 (1 en 100). (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

2.5.1.1. Selección del Puntaje Límite Aceptable según la metodología RVS:

La selección del Puntaje Límite Aceptable es una de las cuestiones más difíciles e importantes de la Evaluación Visual Rápida, e involucra los costos de seguridad versus los beneficios. Los costos de seguridad incluyen:

- Costos de revisión e investigación en detalle de cientos o miles de edificaciones con la finalidad de identificar el porcentaje de aquellas que podrían presentar daños ante un eventual evento sísmico.
- Costos asociados a la readecuación de las edificaciones que fueron determinadas como inadecuadas sísmicamente.

El mayor beneficio es salvar vidas y prevenir lesiones debido a los daños reducidos en aquellas edificaciones que fueron readecuadas. Estos daños reducidos no sólo incluyen daños materiales sino menos afectaciones al desarrollo normal de la vida cotidiana.

La identificación de edificaciones que revisten de algún riesgo y su mitigación son críticas debido a la posibilidad de daños o colapso de miles de estructuras generados por un terremoto.

Cada comunidad o autoridad de la Evaluación Visual Rápida necesita considerar los costos y beneficios y evaluar si el valor 'S' es un valor límite aceptable para su situación. La decisión final involucra muchos factores no técnicos como por ejemplo el nivel de riesgo aceptable en la comunidad. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

Según se menciona en el FEMA P-695, *Cuantificación de los Factores de Desempeño Sísmico en Edificaciones* (FEMA, 2009b), habiéndose establecido un sistema lógico de desempeño en edificaciones y parámetros para métodos lineales de diseño tradicionales usados en los códigos de construcción, se concluye que es aceptable que: "La probabilidad de colapso debido al Terremoto Máximo Considerado (MCE) aplicado a un conjunto de edificaciones del mismo tipo está limitado al 10% en promedio". Esta figura del 10% es un límite superior muy conservador, es decir, existirán edificaciones nuevas que tengan un comportamiento sobre este límite y una fracción de ellas que colapse; entonces se puede estimar que las nuevas edificaciones tengan realmente un S promedio de 2,5.

Asumiendo que las edificaciones existentes puedan razonablemente tener un valor de S menor que las edificaciones nuevas, los autores del FEMA P-154 sugieren que una probabilidad de colapso aceptable en edificaciones existentes es más o menos equivalente a un valor de S cercano a 2,0.

Es por esto que, un valor de 2,0 es un valor preliminar razonable para usarse en el contexto RVS y diferenciar entre edificaciones adecuadas y aquellas que resulten no serlo y que requieren de una revisión detallada. El uso de un valor de límite aceptable S mayor implica un deseo más grande de seguridad pero que incrementa los costos de la comunidad en temas como evaluación y rehabilitación; en cambio valores de límite aceptable S menores equivale a un incremento del riesgo sísmico y costos menores a corto plazo de evaluación y rehabilitación.

El uso de un valor límite aceptable mayor implica menos probabilidad de colapso, pero no asegura que otros objetivos de desempeño, como la operabilidad después de un terremoto puedan ser alcanzados. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

CAPÍTULO 3

EVALUACIÓN

3.1. INFORMACIÓN OBTENIDA DEL LEVANTAMIENTO DE CAMPO:

3.1.1. INFRAESTRUCTURA PÚBLICA:

El cantón Rumiñahui y especialmente el sector del Centro Comercial San Luis Shopping enfrenta una problemática respecto a la movilidad, tránsito y transporte público debido al aumento de población que ha tenido en los últimos años, además se ha cambiado el comportamiento de las personas en referencia a la adquisición de bienes de consumo y concentración de servicios de banca.

Según Carrillo, cerca del 30% de los viajes internos del cantón Rumiñahui llegan a la zona de San Rafael, ya que este sector posee equipamientos que se han convertido en polos generadores de viaje como lo es el Centro Comercial San Luis Shopping. (Carrillo, 2013).

La zona de análisis se encuentra atravesada por la Av. General Rumiñahui, vía de vital importancia para la interconexión entre la parroquia de San Rafael y la ciudad de Quito. Según información del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Rumiñahui 2012-2025 se indica en la siguiente tabla los diferentes enlaces de la red vial del sector en análisis:

Vías	Sector	Categoría de enlace
Av. General Rumiñahui	Quito – ESPE – Colibrí	Cantonal
Av. San Luis	El Triángulo	Interna (Sangolquí)
Av. Bulevar	San Luis Shopping	Interna (San Rafael)
Calle Santa Clara	San Rafael	Interna (San Rafael)

Tabla 3.1. Tramos viales del sector de análisis. Fuente: (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos).
Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

3.1.2. COMPONENTES DE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS:

El levantamiento se realizó en cada una de las avenidas que limitan la zona de evaluación, Avenida San Luis, Avenida Bulevar, Calle Santa Clara y la Intersección con la Avenida General Rumiñahui, este inventario vial básico consiste en el registro de datos como: ubicación georreferenciada de los puntos de la trayectoria principal de la vía, su longitud, sus características básicas geométricas, el tipo de superficie de rodadura y la transitabilidad. Además se detalla información sobre elementos de infraestructura de servicios públicos de cada una de las vías.

Calle Santa Clara:

Ubicación georreferenciada de los tres puntos de análisis en el eje principal de la vía:

Punto	Zona	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Altura (m.s.n.m.)
1	17M	783900.65 M.E	9966062.27 M.S	2482
2	17M	783799.00 M.E	9966008.80 M.S	2484
3	17M	783701.21 M.E	9965969.56 M.S	2486

Tabla 3.2. Ubicación georreferenciada Calle Santa Clara. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Número de Postes: 5

Número Sumideros: 6

Número Pozos de revisión alcantarillado: 2

Longitud: 221 metros.

Pendiente: 1,8 %

Capa de rodadura: Pavimento Asfáltico.

Número de carriles: 3 (Un sentido)

Ancho de vía: 9 metros

Avenida Bulevar:

Ubicación georreferenciada de los tres puntos de análisis en el eje principal de la vía:

Punto	Zona	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Altura (m.s.n.m.)
1	17M	783673.24 M.E	9965953.93 M.S	2487
2	17M	783697.98 M.E	9965878.00 M.S	2488
3	17M	783713.51 M.E	9965816.79 M.S	2487

Tabla 3.3. Ubicación georreferenciada Avenida Bulevar. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Número Postes: 6

Número Sumideros: 5

Número Pozos de revisión alcantarillado: 1

Longitud: 170 metros.

Pendiente 1: 0,6 %

Pendiente: 2: 0,6 %

Capa de rodadura: Pavimento Asfáltico

Número de carriles: 4 (Dos sentidos, 2 carriles por sentido)

Ancho de vía, sentido Norte – Sur: 9,80 metros.

Ancho de vía Sur – Norte: 6,10 metros.

Avenida San Luis:

Ubicación georreferenciada de los tres puntos de análisis en el eje principal de la vía:

Punto	Zona	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	altura msnm
1	17M	783766.00 M.E	9965794.00 M.S	2487
2	17M	783896.79 M.E	9965842.17 M.S	2490
3	17M	784071.75 M.E	9965947.50 M.S	2485

Tabla 3.4. Ubicación georeferenciada Calle Avenida Bulevar. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Número de Postes: 12

Número de Sumideros: 24

Número de Pozos de revisión alcantarillado: 9

Longitud: 380 metros.

Pendiente 1: 1,6 %

Pendiente 2: 2,6 %

Capa de rodadura: Adoquinado.

Número de carriles: 4 (Dos sentidos, 2 carriles por sentido)

Ancho de vía, sentido Este – Oeste: 6,10 metros.

Ancho de vía Oeste – Este: 10,80 metros.

Avenida General Rumiñahui:

Ubicación georreferenciada de los tres puntos de análisis en el eje principal de la vía

Punto	Zona	Coordenadas Este	Coordenadas Norte	Altura msnm
1	17M	784058.55 M.E	9965973.38 M.S	2487
2	17M	783985.98 M.E	9966019.26 M.S	2483
3	17M	783900.00 M.E	9966062.00 M.S	2483

Tabla 3.5. Ubicación georreferenciada Avenida General Rumiñahui. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Número Postes: 5

Número Sumideros: 3, 2 rejillas de calzada.

Número Pozos de revisión alcantarillado: 2

Longitud: 206 metros.

Pendiente: 2,00 %

Capa de rodadura:

Carril derecho: Adoquinado, carril izquierdo: Pavimento asfáltico

Número de carriles: 5 (3 en sentido Norte-Sur y 2 en sentido Sur Norte)

3.1.4. CENTRO COMERCIAL SAN LUIS SHOPPING:

El Centro Comercial San Luis Shopping posee una arquitectura de estilo colonial, está asentado sobre una de las haciendas más antiguas y tradicionales de la zona construida a principios del siglo XX. Es un eje de actividad económica y generación de empleo. El centro comercial cuenta con aproximadamente 250 tiendas y parqueadero para 3000 vehículos en un espacio de 45.000 metros cuadrados, de un total de 65.000 metros cuadrados de área. (Diario El Universo, 2006).

3.1.5. TIPO DE SUELO DE LA ZONA DE EVALUACIÓN:

En el presente trabajo se ha tomado como referencia un estudio de suelos realizado en el Análisis de la estabilización del talud del proyecto Hipermarket - El Progreso (Auz Cabascango, 2010), que recopila información suficiente sobre el suelo del sector ubicado a 670 metros de la zona de evaluación. En este estudio de suelos se realizó la Prueba de Penetración Estándar (SPT), método usado para exploraciones subterráneas y obtención de datos respecto a estratigrafía y tipo de subsuelo. Se realizaron en dicho estudio 4 perforaciones mecánicas con profundidades de 6 metros y toma de muestras alteradas cada metro.

Con las muestras obtenidas en campo se procedió a realizar el respectivo análisis en laboratorio concluyendo que el talud está compuesto por arenas limosas plásticas de tipo SM y limos arenosos de baja compresibilidad de tipo ML-CL (clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS), no presenta nivel freático.

En el siguiente gráfico se visualiza la distribución estratigráfica del suelo en estudio:

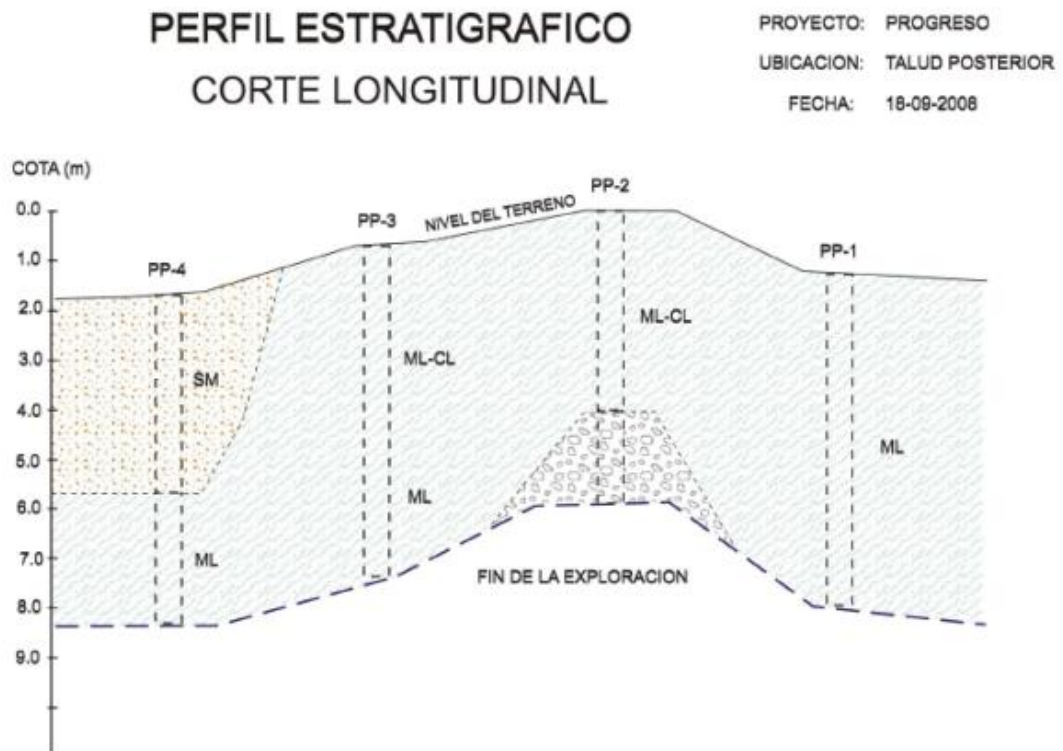


Figura 3.2. Perfil estratigráfico del talud posterior del Proyecto 'Progreso'. Fuente: (Auz Cabascango, 2010)

De acuerdo a los resultados de la prueba SPT realizado en el análisis Hipermarket – El Progreso, en todos los sondeos se registran valores N (número de golpes) que varían entre valores de 15 y 50, además el esfuerzo de corte no drenado de los 30 metros superiores (S_u) se encuentra en valores no menores a $0,5 \text{ kg/cm}^2$ y no mayores a $1,2 \text{ kg/cm}^2$. Por lo que se concluye que el tipo de perfil de suelo para diseño sísmico en esta zona es de tipo D (Suelos rígidos).

Se ha considerado conveniente entonces que por encontrarse el sector Hipermarket – El Progreso muy cercano a la zona de análisis (Sector Centro Comercial San Luis Shopping) se tomó como referencia este análisis investigado anteriormente.

Además, se consideró necesario realizar un sondeo en una zona cercana al Río Pita para compararlo con los datos existentes mencionados anteriormente, debido a que los datos a los que se hace referencia pertenecen a un talud del sector, y que este nuevo estudio se enfoca a determinar las características del suelo alrededor de los cauces de los ríos en análisis.

A continuación se detalla los datos determinados en campo mediante el Ensayo de Penetración Estándar, habiéndose realizado un sondeo a 6 metros de profundidad y a una distancia de 8 metros de la orilla del Río Pita.



Fotografía 3.1. Perforación, Ensayo SPT en la zona de análisis. Tomada en Agosto 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.

Ubicación de la perforación:

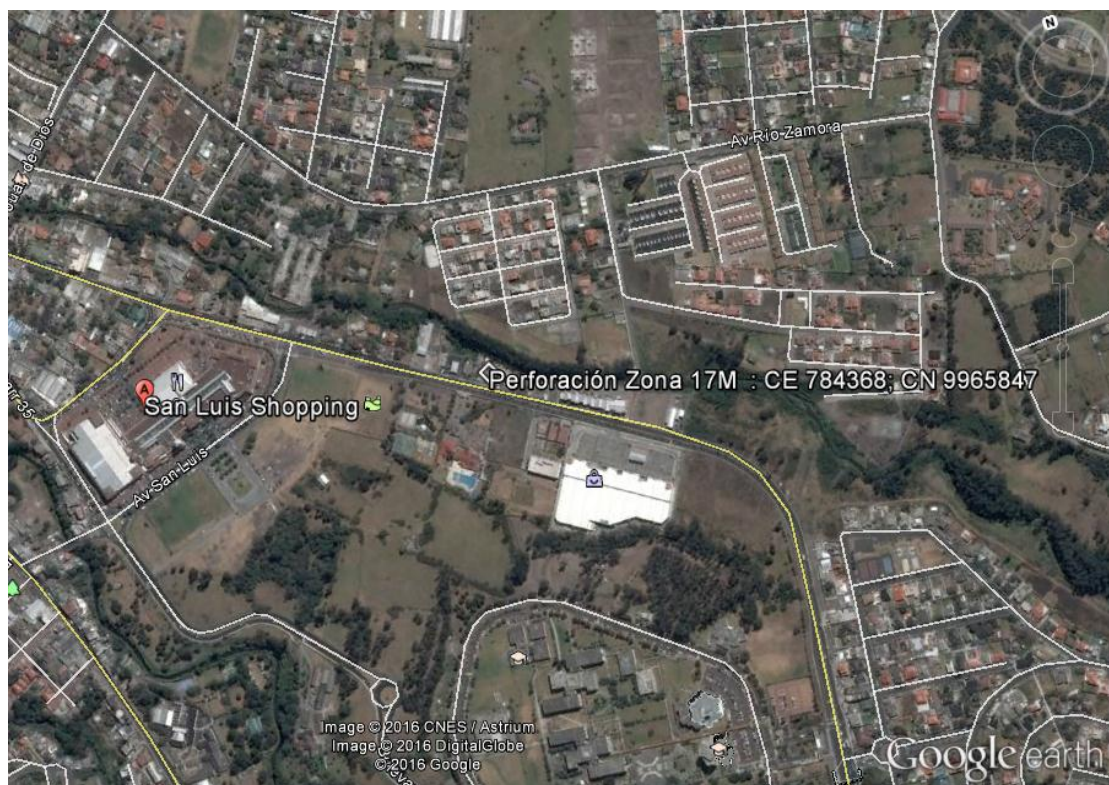


Figura 3.3. Ubicación toma de muestra, Ensayo SPT. Fuente: Google Earth 2016. Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Resultados del ensayo:

Profundidad (m)	N° de golpes				Descripción de la muestra	Color
	15	15	15	N		
1,00	25	20	12	32	Relleno con grava	Café
1,50 - 2,00	19	10	16	26	Relleno con grava	Café
2,50 - 3,00	40	30	10	40	Arena limosa, grava	Café
3,50 - 4,00	5	2	2	4	Arena limosa	Café
4,50 - 5,00	23	R	R	R	Rechazo	Café
5,00 - 6,00	R	R	R	R	Rechazo	Café

Tabla 3.6. Resultados ensayo SPT. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado. 2016.

Se tiene como resultado del Ensayo SPT que únicamente tomando como indicador principal el número de golpes en los 3 primeros metros de perforación, el perfil de suelo

según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC_SE_DS) Peligro Sísmico corresponde al tipo D (Suelos Rígidos).

El sondeo identifica un perfil estratigráfico conformado por una capa superior de relleno con material granular y con estructura rígida. En toda la profundidad de la perforación, la coloración de los suelos es café. A partir de los 4,50 metros de profundidad se notó la presencia de nivel freático.



Fotografía 3.2. Muestras obtenidas en la cuchara partida. (Profundidad: 1 – 2 metros). Tomada en Agosto 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.



Fotografía 3.3. Muestras obtenidas en la cuchara partida. (Profundidad: 2 –3 metros). Tomada en Agosto 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.



Fotografía 3.4. Muestras obtenidas en la cuchara partida. (Profundidad: 3 –5 metros).
Tomada en Agosto 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.

Comparando los resultados obtenidos en el ensayo del SPT y los datos encontrados de estudios realizados anteriormente en la zona de análisis, se puede establecer como dato para la evaluación RVS que el suelo pertenece al tipo D (Suelos Rígidos).

Se optó el sondeo del suelo cercano a las orillas del río, ya que era necesario conocer la estratigrafía presente debido a que estas zonas fueron afectadas por la influencia de lahares en erupciones pasadas del Volcán Cotopaxi; se encontró que el suelo de la capa superficial pertenecía a rellenos y en profundidades mayores a los 3 metros existía la presencia de rocas que dificultaban el ensayo, en la profundidad de 4.5 metros el número de golpes sobrepasó los 50 y la cuchara partida no obtuvo ningún tipo de muestra por lo que es muy probable que se haya encontrado con roca .

Se presenta a continuación el Registro de Perforación realizado para este ensayo:

REGISTRO DE PERFORACIÓN

N° DE ORDEN :

OBRA : Tesis Erazo, Salgado

LOCALIZACIÓN : UTM WGS84 17 M E784374/N9965851

SOLICITADO POR : Ing. Wilson Cando

FECHA : 15-Agosto-2016

SONDEO N° : Sector San Luis

PROFUNDIDAD TOTAL : 6 metros

NIVEL FREÁTICO : 4,50 metros

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 2488,00

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut (Toroide)
DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm

ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J
PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 60 %

PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD				ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ N° 4	% QUE PASA EL TAMIZ N° 40	% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN NEC	NSPT	N60	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (60)						VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO			DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO
		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO												10	20	30	40	50	R	10	15	20	
1,0	2487,00	NP	NP	NP						F6	32	18												De 1,00 a 1,50 - Relleno con grava, partículas de ladrillo, matriz arena limosa color café
2,0	2486,00	NP	NP	NP						F6	26	15												De 2,00 a 2,50 - Relleno con grava, partículas de ladrillo, matriz arena limosa color café
3,0	2485,00	NP	NP	NP						D	40	23												De 3,00 a 3,50 - Arena limosa con grava color café
4,0	2484,00	NP	NP	NP						E	4	2												De 4,00 a 4,50 - Arena limosa con grava color café
5,0	2483,00	NP	NP	NP						D	60	38												De 5,00 a 5,50 - Muestra no recuperada
6,0	2482,00	NP	NP	NP						D	60	38												De 6,00 a 6,50 - Muestra no recuperada , Final del sondeo
7,0	2481,00																							De 7,00 a 7,50 -
8,0	2480,00																							De 8,00 a 8,50 -
9,0	2479,00																							De 9,00 a 9,50 -
10,0	2478,00																							De 10,00 a 10,50 -

SIMBOLOGÍA :

M Limo

C Arcilla

S Arena

L Baja plasticidad

H Alta plasticidad

ML		
SM		
MH		

LÍMITE PLÁSTICO

CL	
CH	

ROCA	
GRAVA	
ARENA	

CONTENIDO DE HUMEDAD

LÍMITE LÍQUIDO

NIVEL FREÁTICO

NIVEL DE CIMENTACIÓN

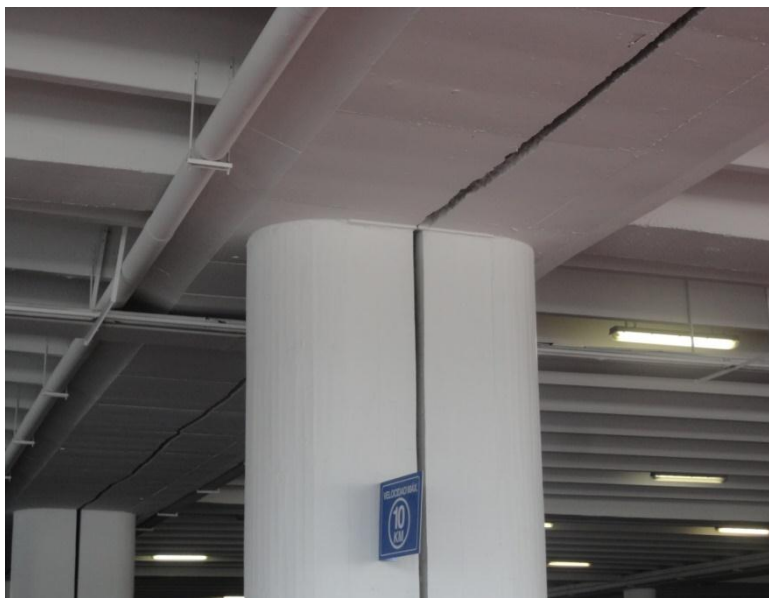
3.2. ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS:

3.2.1. SAN LUIS SHOPPING:

Durante la evaluación en campo, se pudo constatar que el Centro Comercial está conformado por seis edificaciones divididas por juntas de construcción. En la siguiente figura y fotografías se muestra la división de las estructuras y las juntas de construcción respectivas:



Figura 3.4. Edificaciones del Centro Comercial San Luis Shopping. Fuente: Google Earth 2016. Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.



Fotografía 3.5. Junta de construcción entre edificaciones Supermaxi 1 y Supermaxi 2. Tomada en Junio 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.



Fotografía 3.6. Junta de construcción entre edificaciones Supercines y Juguetón. Tomada en Junio 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.



Fotografía 3.7. Junta de construcción entre edificaciones Patio de Comidas y Juguetón. Tomada en Junio 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.



Fotografía 3.8. Junta de construcción entre edificaciones Juguetón y De Prati. Tomada en Junio 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.

3.2.1.1. Tipo de estructura del Centro Comercial San Luis Shopping:

Las seis edificaciones que conforman el Centro Comercial son de tipo C1, según la metodología FEMA P-154, que corresponde a Edificaciones con pórticos de hormigón resistentes a momento.

Una característica esencial de este tipo de estructura es que el nivel de detallamiento de ductilidad gobierna el desempeño de los pórticos de hormigón resistentes a momento, también se debe tomar en consideración el espaciamiento entre estribos en columnas que brindan confinamiento y resistencia al corte. Se debe tener presente que la falta de rigidez en los pórticos puede ocasionar daños no estructurales en la edificación.

Las estructuras con pórticos resistentes a momento deben garantizar un desempeño global ante solicitaciones gravitacionales, sísmicas o de cualquier otro tipo, también asegurar la continuidad de la estructura y transmitir las tensiones generadas de vigas a columnas y de columnas a la cimentación. El aspecto más crítico del diseño de este tipo de edificaciones en zonas de alta sismicidad son las conexiones viga- columna; durante

eventos sísmicos han existido estructuras de este tipo que han colapsado debido a deficiencia en detallamiento de viga-columna.

Se pudo observar que en algunas de las edificaciones que conforman el centro comercial existen diferentes irregularidades tanto en planta como en elevación, que inciden en el desempeño de la estructura ante un evento sísmico y que afectan al puntaje final de la evaluación; entre algunas de la irregularidades encontradas se puede mencionar: en elevación: discontinuidad y en planta: sistemas no paralelos.

Un caso particular es el de la edificación correspondiente a las salas de cine (Supercines), en donde no se pudo constatar que la edificación tenga otros elementos de resistencia lateral, porque no hubo acceso a planos estructurales ni arquitectónicos.

Esta edificación cuenta con salas de cine desde el tercer piso, por lo que la altura de este piso es mayor que los otros pisos, produciendo una irregularidad en elevación. Por mismo motivo de la ocupación de la edificación, existe discontinuidad en los elementos verticales de un piso a otro. Aplicando la metodología RVS del FEMA P -154 se obtuvo una probabilidad de colapso del 10%.



Fotografía 3.9. Piso 3 y 4 de la edificación Supercines. Tomada en Junio 2016 por Ángela Erazo & Raúl Salgado.

3.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESTRUCTURAS:

La mayoría de las edificaciones evaluadas son de tipo C3 (Edificaciones con pórticos de hormigón y paredes de mampostería sin refuerzo), donde las columnas y las vigas están embebidas en las paredes y a veces no se distinguen desde el exterior. Pero también se encontraron estructuras de tipo S1, S3, S5, URM, y C1.

En el tipo de edificación S1 (Edificaciones con pórticos de acero resistentes a momento), los diafragmas de piso generalmente son de hormigón y otras veces se usan paneles metálicos, esta manera de estructuración es usada en edificaciones de uso comercial, y edificaciones públicas.

El tipo de estructura S3 (Edificaciones de metal liviano) no tienen acabados interiores y el esqueleto estructural se puede ver fácilmente.

Si el tipo de edificación evaluada resultó ser S5 (Edificaciones con pórticos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo), es porque se consideró que las columnas de acero son delgadas y están ocultas en las paredes, además este tipo de edificación puede tener un pórtico de concreto.

La edificación de tipo URM (Edificaciones de paredes portantes no reforzadas), usualmente se emplea morteros débiles para la unión de los mampuestos y los dinteles son de piedra, el desempeño sísmico de este tipo de estructura es pobre por la falta de anclaje entre las paredes, el techo y/o el piso.

En la zona de evaluación se pudo encontrar estructuras designadas para diferentes usos, entre ellos comerciales, residenciales e industriales; las cuales cuentan con distintos sistemas estructurales que tiene diferentes características como las antes mencionadas, a continuación se describe el tipo de estructura encontrado dependiendo del uso de la edificación.

El mayor número de edificaciones con uso residencial pertenecen al tipo de estructura C3, cuyas características en las que se basó para distinguirlas fueron descritos anteriormente, este tipo de edificaciones pertenecientes al sistema con pórticos de hormigón y paredes de mampostería sin refuerzo es la estructuración más usada actualmente en nuestro país, no solo para usos residenciales sino en todo tipo de estructuras. Debido a que con los años se ha adquirido conocimiento sobre las técnicas constructivas y experiencia tanto profesional como de mano de obra, su uso se ha extendido ya que además se cuenta con disponibilidad de materiales.

Otro sistema estructural cuyo uso es residencial fue el de tipo URM que pertenece a Edificaciones de paredes portantes no reforzadas, este tipo de estructura se encontró en

una sola edificación de la zona de evaluación, la misma que posee características arquitectónicas antiguas y debido a la naturaleza mecánica de sus materiales no contaría con un buen comportamiento durante un evento sísmico. Hoy en día este tipo de edificaciones han pasado a ser parte de una técnica antigua y poco usada debido a la llegada de nuevos materiales con mejores propiedades mecánicas.

Las edificaciones destinadas a uso comercial pertenecen a diferentes tipos de estructura, entre ellas la C1 que son Pórticos Resistentes a Momento. También se encontraron estructuras de tipo S3 Edificaciones con pórticos de acero resistentes a momento y S5 Edificaciones con pórticos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo.

La inserción de estructura metálica en la construcción es relativamente nueva y poco común en nuestro país, debido al alto costo de los elementos de acero estructural, y a la mano de obra calificada que escasamente existe. Por otra parte el uso del tipo de estructuras de acero ha aumentado debido a su rápido montaje y su capacidad de disipar energía ante un sismo.

Las edificaciones de uso industrial que se encontraron son de tipo S3 y C3, este tipo de estructuración son edificios considerados de poca altura, porque no son muy altos con respecto a sus dimensiones laterales menores. Si se habla de estructuración se hace necesario la referencia a estructuras de grandes claros entre las columnas, en donde la construcción usual reticular (vigas y columnas) muchas veces no es suficiente. Hay que tomar en cuenta que una inadecuada conexión hace que las columnas de la edificación se deslicen sobre la cimentación.

Si la estructuración es de tipo C3, el diseño debe considerar que las paredes de relleno tienden a pandearse y fallar fuera del plano cuando están sujetas a fuerzas laterales.

3.3.1. Estación de servicio Primax:

Durante la evaluación técnica visual se encontró una estación de servicio ubicada en el sector de evaluación, el tipo de estructura de la estación fue determinado como S1 que se refiere a Edificaciones con pórticos de acero resistentes a momento, existen otras características estructurales y no estructurales importantes las cuales deben ser observadas y controladas por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero.

Entre algunos de los requisitos de interés que se requiere para la aprobación de funcionamiento de la estación de servicio por parte de la Agencia de Control Hidrocarburífero se encuentra un informe de factibilidad y compatibilidad de uso de suelos emitido por el municipio de la zona, en este caso la estación de servicio se encuentra en

zona de riesgo al estar en el área de influencia del recorrido de los lahares ante una posible erupción de Volcán Cotopaxi como se indica en la figura.

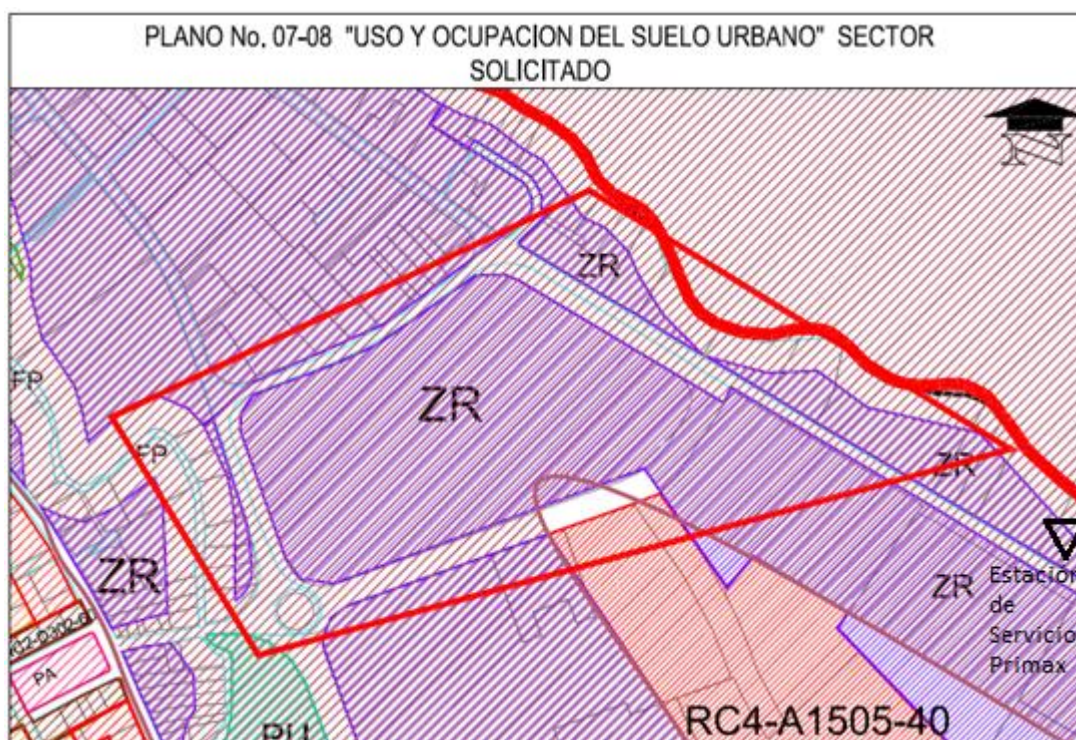


Figura 3.5. Uso y ocupación del suelo urbano sector San Rafael. Fuente: Dirección de Planificación del GADMUR, obtenido en Mayo 2016.

Posteriormente la comercializadora debe inspeccionar el lugar donde se realizará la construcción para el funcionamiento de la estación y verificar el cumplimiento de los requisitos que establece el marco legal vigente y las normas estándar. El Distribuidor deberá obtener la Aprobación del estudio de impacto Ambiental que es otorgado por La Subsecretaria de Protección Ambiental, siempre y cuando se cumpla con lo dispuesto en El Decreto Ejecutivo N°.1215 que corresponde Al reglamento Ambiental de Actividades Hidrocarburíferas, (Decreto Ejecutivo 1215, 2010) establece que:

Para el manejo y almacenamiento de crudo y o combustibles se cumplirá con lo siguiente:

- Los tanques o recipientes para crudo y sus derivados así como para combustibles se regirán para su construcción con la norma API 650, API 12F, API 12D, UL 58, UL 1746, UL142 y deberán mantenerse herméticamente cerrados, a nivel de suelo y estar aislados mediante un material impermeable para evitar filtraciones y contaminación y rodeados con un cubeto externo con volumen mayor al 110% del tanque mayor.

- Los lugares de almacenamiento de combustible deberán estar ubicados en zonas no inundables. La instalación de tanques de almacenamiento de combustible se realizarán en condiciones de seguridad industrial establecidas reglamentariamente en cuanto a capacidad y distancias mínimas, de centros poblados.
- Los tanques de almacenamiento de combustible deberán ser protegidos contra la corrosión a fin de evitar daños que puedan causar filtraciones que contaminen el ambiente. (Decreto Ejecutivo 1215, 2010).

Tal como se indica en la figura 30, según datos proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui la estación de servicio se encuentra dentro de la zona de riesgo por la influencia de lahares. Mediante los datos tomados en campo sabemos que la cota de la estación de servicio es de 2476 m.s.n.m. y se encuentra ubicada a 20 metros de distancia a la orilla del Río Pita cuya cota es de 2473 m.s.n.m.

Según se establece en el Art. 49 (Prohibición en áreas de Riesgo (ZR)) de la Reformatoria a la Ordenanza no. 001-2014 de Zonificación, Uso y Ocupación del Suelo del GADMUR, vigente desde el 31 de Diciembre de 2015, se prohíbe la implantación de edificaciones u obras en terrenos ubicados en las zonas de riesgo por el paso de lahares o tránsito de Lodo en caso de Erupción del Volcán Cotopaxi; pero en el Art. 49.1. se establece que se podrá construir en los sectores donde la Dirección de Gestión de Riesgos, a través de ordenanza municipal o informe técnico pertinente, determine que el riesgo es mitigable, entonces se permitirá la implantación condicionada de edificaciones para el desarrollo de actividades de tipo múltiple (comercio y servicio) con un máximo de 3 pisos, COS de 30%, implantados en forma aislada en el predio; punto al cual pertenece la Estación de Servicio analizada.

Las simulaciones generadas por LAHARZ en el drenaje que corresponde al Río Pita generan desbordamientos y grandes zonas de inundación en el Valle de los Chillos, San Rafael, en los cuatro escenarios eruptivos (Ordoñez, Samaniego, & Mothes, 2013).

Según lo establecido en el Reglamento ambiental de actividades hidrocarburíficas (Decreto Ejecutivo 1215, 2010), información de las simulaciones de lahares y datos obtenidos en campo, se puede decir que la ubicación de la Estación de servicio no es la adecuada debido al riesgo de inundación al que está expuesto en caso de una eventual erupción. Dado que el funcionamiento de la estación de servicio inició aproximadamente en el año 2008, cuando el Volcán Cotopaxi no era objeto de preocupación por la falta de gestión de información o inactividad temporal, pudo haberse dado el caso de pasar por

alto el peligro de la zona. Se sugiere a la entidad de control en este caso Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero considerar la situación actual de La estación de Servicio Primax y que se realicen estudios más minuciosos al momento de otorgar permisos de funcionamiento a este tipo de establecimientos, ya que una afectación a las estructuras de almacenamiento podría desencadenar consecuencias graves en caso de una erupción.

3.3.2. Configuración estructural y calidad en la construcción:

El tipo de configuraciones estructurales encontradas en la zona de evaluación fueron diversas, estos dependen de la forma total de la edificación, de la naturaleza y ubicación de los elementos estructurales y no estructurales de la misma. Se seleccionó para la evaluación a las edificaciones que cuentan con dos o más pisos debido a que a medida que la edificación va aumentando en altura, la posibilidad de una buena configuración estructural total va disminuyendo o resulta ser más complicada.

La Calidad de la construcción es un aspecto muy importante, un buen control de calidad, el empleo de especificaciones técnicas y la guía de un profesional durante la construcción beneficiará el desempeño de la estructura, caso contrario este tipo de errores solo aparecerán durante un evento sísmico causando grandes daños a las edificaciones. También se pudo observar en las estructuras elementos no estructurales pertenecientes a acabados arquitectónicos que aparentemente estaban correctamente adheridos y no interactuaban con los elementos estructurales, pero que sin duda podrían representar un peligro durante sismos.

3.3.3. Normativa:

La vulnerabilidad de una edificación puede anticipar el riesgo de ocasionar víctimas o pérdidas durante un evento sísmico, por esta razón existe una necesidad indudable de disponer de Normas de Diseño Sismorresistente cuya finalidad es salvaguardar vidas y evitar la pérdida económica total de las edificaciones.

En la década de los años 70 predominaba una creencia errada entre constructores y diseñadores que suponía que las edificaciones de poca altura no necesitaban contar con un diseño sismorresistente y sosteniendo que los estribos mínimos para columnas especificados en el código 318 del ACI (American Concrete Institute) eran suficientes para lograr la resistencia a corte adecuada. Las edificaciones construidas con estos criterios errados sufrieron grandes afectaciones durante posteriores eventos sísmicos

como: daños en sus fachadas, fallas en las columnas debido a la falta de estribos de confinamiento y colapsos totales en algunas estructuras; todo debido al deficiente diseño ante fuerzas sísmicas o a la mala aplicación de los códigos extranjeros.

Cabe recordar que el primer Código Ecuatoriano de la Construcción entró en vigencia en el año 2001, en la zona donde se realizó la evaluación Técnico visual se encontró estructuras construidas desde los años 70 en adelante y también estructuras relativamente nuevas, existen algunas edificaciones construidas antes de la existencia de normas nacionales de construcción donde se carecía de cualquier tipo de control municipal en la ejecución de estructuras.

Actualmente la Norma Ecuatoriana de la Construcción en su capítulo de Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras NEC-SE-RE, describe en sus generalidades lo que se refiere a la identificación de:

- Deficiencias, que son defectos visibles en la edificación o falta de mantenimiento en los elementos de la misma. También describe al Peritaje estructural como la evaluación de la condición de una propiedad que tiene la finalidad de determinar las características de la propiedad, incluyendo potenciales condiciones de peligro para determinar la seguridad las transacciones financieras. (MIDUVI & CAMICON, 2014).
- El Riesgo sísmico en el edificio, evalúa la vulnerabilidad y pérdidas que se podrían producir en una edificación por el peligro sísmico existente en el sitio de emplazamiento de las estructuras. Señala también a los sistemas resistentes a cargas laterales. Este proyecto de disertación para la obtención del título de ingeniero civil está enfocado a la evaluación estructural mas no a una evaluación económica de daños como establece parte del capítulo mencionado. (MIDUVI & CAMICON, 2014).

El capítulo de la NEC-SE-RE, describe al procedimiento de la Inspección y Evaluación Visual Rápida de Estructuras, como un medio que deberá ser aplicado para identificar las estructuras, inventariarlas y clasificarlas de acuerdo con identificadores de riesgo sísmico que posean las mismas, procedimiento que se llevó a cabo a lo largo de la evaluación en campo y el desarrollo del presente Trabajo.

Sugiere que al tratarse de un procedimiento sencillo puede ser aplicado por estudiantes de ingeniería y arquitectura con los conocimientos necesarios para llevarla a cabo, el uso de este sistema, que es apropiado en estudios de riesgo sísmico a nivel urbano o regional para clasificar a las estructuras que necesitan una evaluación estructural a detalle mediante los métodos que presenta el FEMA 154 o metodologías publicadas por

el grupo Nacional de Defensa para los terremotos Italia (GNDT). (MIDUVI & CAMICON, 2014).

3.4. EVALUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ANTE UNA POSIBLE ERUPCIÓN VOLCÁNICA:

3.4.1. AFECTACIÓN POR LAHARES VOLCÁNICOS EN LA ZONA DE EVALUACIÓN:

Durante la evaluación realizada en campo se definieron puntos de referencia en el eje principal de las vías que rodean al sector de la zona de evaluación, con sus respectivos niveles, al igual que las cotas a nivel del parqueadero en el Centro comercial San Luis Shopping. También se tomaron los puntos de referencia iniciales del recorrido del cauce de los dos ríos en la zona de análisis que son El Río Santa Clara y El Río Pita.

Existen estudios científicos que se han desarrollado mediante modelos matemáticos y permiten pronosticar las zonas de inundación a lo largo de un drenaje particular, mediante la determinación de volúmenes laháricos, dichos estudios permiten estimar posibles riesgos. Aguilera & Toulkeridis, apoya su modelo de flujo de lahares en perfiles transversales para establecer una geometría más precisa de los cauces, la calibración del modelo numérico se realizó en base a la recopilación de información histórica sobre la ubicación de los daños causados en la erupción de 1877. (Aguilera & Toulkeridis, 2004-2005).

RIO PITA			
Construcciones e infraestructura	Altura Máxima -metros-	Tiempo Arribo -minutos-	Afectación
Bocatoma Pita-Tambo	19	14	Sumergida
Puente Cashapamba	6	22	Sumergido
Urbanización La Colina	10-12	25	Parcialmente inundada
Playa Chica	1	30	Parcialmente inundada
El Triángulo	4-7	31	Sumergido
Puente Vía al Tingo	(7)-15	32	Sumergido

Figura 3.6. Datos del modelo Numérico para algunas localidades situadas cerca del cauce del Río Pita. Fuente: Aguilera E.et al., (2004).

RIO SANTA CLARA			
Construcciones e infraestructura	Altura Máxima (*) -metros-	Tiempo Arribo -minutos-	Afectación
Puente San Fernando	(17)	23	Sin daño
Central Santa Rosa	21	23	Sumergida
Puente Loreto	9	24	Sumergido
Hacienda Chillo Cía.	3-4	25	Inundada
Selva Alegre	8	25	Parcialmente inundado
Colegio Juan de Salinas	5	28	Inundado
El Choclo	3-5	30	Inundado
Avenida Luis Cordero	10	30	Parcialmente inundada
Puente El Aguacate	6	31	Sumergido
Fábrica Santa Bárbara	(7)	31	Sin daño
Ciudadela Yaguachi	(2)	31	Parcialmente inundada
ESPE	(2)	35	Parcialmente inundada

Figura 3.7. Datos del modelo Numérico para algunas localidades situadas cerca del cauce del Río Santa Clara. Fuente: *Aguilera E.et al., (2004)*.

Otro de los estudios científicos encontrados emplea el software hidrológico HEC-RAS el cual contiene un sistema específico de ríos, que permite realizar una simulación mediante datos de los perfiles transversales de los ríos que se van a estudiar, los valores de coeficiente de Manning para cada una de las secciones transversales, condiciones de borde y caudales; obteniendo como resultado un sistema de simulación del comportamiento de los lahares del Cotopaxi al momento de la erupción y durante todo su trayecto, con un hidrograma inicial con un volumen de 54 millones de metros cúbicos. (Carrillo Gallegos, 2011).

Según este estudio, en el sector conocido como 'La Caldera', se produce un remanso del flujo de lahares que alcanza una altura de 30 metros y que produce un desbordamiento que se dirige hacia el cauce del Río Santa Clara y que presenta un riesgo para la zona de análisis del presente trabajo. Se presenta a continuación las tablas realizadas en este estudio únicamente considerando los sectores en la zona de evaluación.

ZONA	ÁREA	VOLUMEN (10 ⁶ m ³)	CAUDAL (10 ³ m ³ /s)		Coef. Manning	MÁXIMA ALTURA (m)		OBSERVACIÓN	AFECTACIÓN
			30%	40%		30%	40%		
<i>Sangolquí</i>	ESPE	44,1	14,7	19,6	0.09	4	4	-	Parcialmente Inundado
<i>Sangolquí</i>	San Luis Shopping	44,1	14,7	19,6	0.09	2	4	-	Parcialmente Inundado
<i>Sangolquí</i>	San Rafael	44,1	14,7	19,6	0.09	5	6	Los flujos tienen una extensión de 300 y 86 m.	Inundado

Figura 3.8. Resumen de afectación de los lahares por el Cauce del Río Santa Clara. Fuente: (Carrillo Gallegos, 2011).

ZONA	ÁREA	VOLUMEN (10 ⁶ m ³)	CAUDAL (m ³ /s)	Coef. Manning	MÁX. ALTURA (m)	OBSERVACIÓN	AFECTACIÓN
<i>Sangolquí</i>	ESPE	44,1	49000	0,09	3	La afectación se da para las urbanizaciones frente a la universidad.	Parcialmente Inundado
<i>Sangolquí</i>	El Progreso	44,1	49000	0,09	6	Los flujos tienen una extensión de 500 y 300 m a cada lado del río.	Inundado
<i>Sangolquí</i>	El Triángulo	44,1	49000	0,09	6	Los flujos tienen una extensión de 1200 y 1000 m.	Inundado

Figura 3.9. Resumen de afectación de los lahares por el Cauce del Río Pita. Fuente: (Carrillo Gallegos, 2011).

Los dos estudios científicos descritos anteriormente proporcionan datos similares sobre la altura máxima que llegarían a alcanzar los lahares en la zona de San Rafael si llegara a suceder una erupción, estos resultados permitirán predecir el nivel de inundación de las estructuras evaluadas comparándolas con los datos levantados en campo.

3.5. FORMULARIOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS FEMA P-154:


Se presentan como Anexos los formularios utilizados para la Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales correspondientes a la Zona de Alta Sismicidad.

Estos formularios se han llenado de acuerdo a la metodología FEMA P-154 descrita anteriormente, desarrollando los Niveles de Evaluación 1 y 2.

A continuación se exponen dos Formularios de Recolección de Datos llenados, el primero indica una edificación que tiene un buen desempeño sísmico y que no requiere de una Evaluación Estructural Detallada, y el segundo que presenta características contrarias al primero.

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154


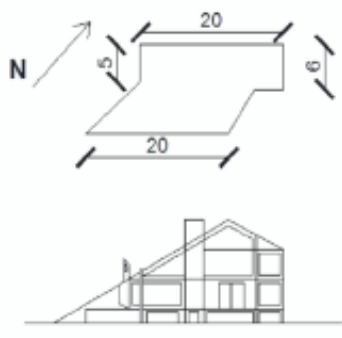
Nivel 1
ALTA SISMICIDAD

		Dirección: Av. General Rumiflahul		Código Postal: 170503															
		Otros identificadores: Propietario predio: Jaime Jácome																	
Nombre edificación: La Palla Chugchucaras		Uso: Comercial																	
Latitud: 0°18'25"		Longitud: 78°26'53"																	
Ss: 2,04		S1: 0,82																	
Evaluadores: Erazo A., Salgado R.		Fecha/Hora: 08/07/2016;15H30																	
N° pisos: Sobre NPT: 3 Bejo NPT: Año de construcción: 2016 EST		Área total en planta: (m2): 333		Año de código: 2001															
Ampliaciones: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Si, año de construcción:		Ocupación: Recreación <input checked="" type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emerg. <input type="checkbox"/> Histórica <input type="checkbox"/> Refugio																	
Industrial <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gubernamental <input type="checkbox"/>		Serv. Públicos <input type="checkbox"/> Almacenamiento <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Residencial, # Unidades: _____																	
Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A (roca dura) <input type="checkbox"/> B (roca prom.) <input type="checkbox"/> C (Suelo denso)		<input checked="" type="checkbox"/> D (suelo rígido) <input type="checkbox"/> E (suelo suave) <input type="checkbox"/> F (suelo pobre) <input type="checkbox"/> DNK (Asumir Tipo D)																	
Peligros geológicos: Liquefacción: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK Deslizamiento: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK		Ruptura de superficie: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK																	
Adyacencia: <input type="checkbox"/> Golpeteo <input type="checkbox"/> Objetos peligrosos al caer de edif. más altos		Irregularidades: <input type="checkbox"/> En elevación (tipo/severidad)																	
<input type="checkbox"/> En planta (tipo)		Peligros exteriores: <input type="checkbox"/> Chimeneas no ancladas <input type="checkbox"/> Revestimientos pesados																	
<input type="checkbox"/> Antepechos, barandas <input type="checkbox"/> Anexos <input checked="" type="checkbox"/> Otros: Cubierta		COMENTARIOS:																	
Es una edificación nueva																			
BOSQUEJO																			
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1																			
TIPO DE EDIFICACIÓN FEMA	No se sabe (DNK)	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH	
Puntaje Básico		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5	
Irregularidad en elevación severa, VL1		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA	
Irregularidad en elevación moderada, VL1		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA	
Irregularidad en planta, PL1		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA	
Pre-Código		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1	
Post-Referencia		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2	
Tipo de suelo A o B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	
Tipo de suelo E (1-3 pisos)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	
Tipo de suelo E (>3 pisos)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA	
Puntaje Mínimo, Smin		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0	
PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1 ≥ Smin		3.4																	
EXTENSIÓN DE LA REVISIÓN		OTROS PELIGROS		ACCIÓN REQUERIDA															
Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo		Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?		Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada?															
Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Ingreso		<input checked="" type="checkbox"/> Potencial golpeteo, (e menos que SL2 > que el puntaje límite aceptable)		<input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocida u otro tipo de edificación															
Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Peligro de objetos que puedan caer de edificaciones adyacentes		<input type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el puntaje límite aceptable															
Fuente del tipo de suelo:				<input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes															
Fuente de los Peligros Geológicos:				<input checked="" type="checkbox"/> No															
Persona contacto:				Se recomienda una Evaluación No Estructural? (chequear uno)															
EVALUACIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA?		<input type="checkbox"/> Peligros geológicos o suelo Tipo F		<input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deberían ser evaluados															
<input checked="" type="checkbox"/> Si, Puntaje Final Nivel 2, SL2_2,5 <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Daño/deterioro significativo en el sistema estructural		<input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada															
Peligros no estructurales? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No				<input checked="" type="checkbox"/> No, no se han identificado peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK															
Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguiente, EST = Estimado o datos no confiables QDNK = no se sabe																			

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales						Nivel 2 (Opcional)
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154						ALTA SISMICIDAD
La recolección de datos del Nivel Opcional 2 debe ser desarrollada por un profesional de Ingeniería o arquitectura, o un estudiante con conocimientos en evaluación sísmica o diseño de edificaciones.						
Nombre edificación: La Palla Chugchucaras		Puntaje Final Nivel 1: SL1 = 3,4		(no considerar Smin)		
Evaluador: Enazo A., Salgado R.		Modificadores de Irregularidad Nivel 1: Irregularidad en elevación, VL1 = 0,0		Irregularidad en planta, PL1 = 0,0		
Fecha/Hora: 08/07/2016; 16H00		PUNTAJE AJUSTADO BASE: $S^* = (SL1 - VL1 - PL1) = 3,4$				
MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA SER CONSIDERADOS EN EL PUNTAJE AJUSTADO BASE						
Tema	Aspecto (si es verdadero, encerrar en un círculo el modificador "SI", caso contrario tachar el modificador.)	Si	No	Subtotales		
Irregularidad en elevación, VL2	Terreno en pendiente	Edificación WI: Existe al menos un piso de diferencia de nivel entre un lado de la edificación con respecto al otro.	-1,2			
	Piso débil y/o piso blando (encerrar máximo uno)	Edificación no WI: Existe al menos un piso de diferencia entre un lado de la edificación con respecto al otro.	-0,8			
		Edificación WI con paredes cortas de entramado de madera: es visible este tipo de pared no armada en el espacio dejado.	-0,5			
		Casa WI con espacio ocupado sobre el garaje: Por debajo un piso ocupado, existe un espacio para garaje sin un pórtico de acero resistente a momento, y existe menos de 20 cm de pared en la misma línea (para múltiples pisos ocupados por encima, usar como mínimo 40,6 cm de pared).	-1,2			
		Edificación WIA con abertura frontal: Existen aberturas en la planta baja (como porqueros) sobre al menos el 50% de la longitud de la edificación.	-1,2			
		Edificación no WI: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que el 50% que el piso superior a la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,5			
	Discontinuidad	Edificación no WI: La longitud del sistema lateral en cualquier piso se encuentra entre el 50% y 75 % que el piso superior a la altura de cualquier piso está entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,5			
		Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están desplazados de aquellos en el piso inferior causando que el diafragma de piso trabaje en voladizo.	-1,0			
		Los elementos verticales del sistema lateral en pisos superiores están desalineados con aquellos en pisos inferiores.	-0,5			
	Columnas cortas	Existe una discontinuidad en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de estos elementos.	-0,5			
C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo del eje de columna en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menores al 50% de la relación nominal altura/profundidad en ese nivel.		-0,5				
Nivel desplazado	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La profundidad de la columna (o ancho de pilares) es menor que la mitad de la profundidad del antepecho, o existen paredes de relleno o pisos adyacentes que cortan a la columna.	-0,5				
Otra irregularidad	Existe un nivel desplazado en una de las plantas o en el techo.	-0,5				
Irregularidad en planta, PL2	Se observa otra irregularidad severa en elevación que obviamente afecta el desempeño sísmico de la edificación.	-1,0				VL2 = -0,5
	Se observa otra irregularidad moderada en elevación que puede afectar el desempeño sísmico de la edificación.	-0,5				(Tope en -1,2)
	Irregularidad torsional: El sistema lateral no aparece relativamente bien distribuido en planta en una o en ambas direcciones. (No se incluye la abertura frontal del WIA mencionada anteriormente.)	-0,4				
	Sistemas no paralelos: Existen uno o más elementos verticales grandes del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0,4				
	Esquina reentrante: Antes proyecciones de la esquina interior excede el 25% de toda la dimensión en planta en esa dirección.	-0,4				
	Abertura de diafragma de piso: Existe una abertura en el diafragma de piso con un ancho mayor al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0,4				
Redundancia	Discontinuidad fuera del plano en Edificaciones C1, C2: Las vigas exteriores no están alineadas con las columnas en planta.	-0,4				PL2 = 0,0
	Otra irregularidad: Se observa otra irregularidad en planta que obviamente afecta el desempeño sísmico de la estructura.	-0,7				(Tope en -1,1)
Golpeo	La edificación está separada de la estructura adyacente por menos del 1% de la altura la edificación más baja y estructura adyacente y:					
Edificación S2	Los pisos no se alinean verticalmente por más de 61 cm.	-1,0				
Edificación C1	Una edificación es 2 o más pisos más alta que la otra.	-0,5				
Edificación PC1/RM1	La edificación está al final del bloque o manzana.	-0,5				
Edificación PC1/RM2	El valor límite del modificador de puntaje por golpeo es -1,2	-0,4				
URM	Es visible una geometría K de armostamiento.	-0,4				
MH	Placas planas sirven como vigas en el pórtico resistente a momento.	-0,3				
Reedificación	Existen uniones lecho-pared que son visibles o que no están sujetas a flexión transversal según planos.	-0,4				
	(No se combine con modificadores de Post-Referencia o de Reedificación)	-0,3				
	La edificación está estrechamente espaciada, paredes interiores de altura completa (preferible que un espacio interior con pocas paredes como en una bodega.)	-0,3				
	Paredes triangulares (gable walls) presentes.	-0,4				
	Existe un sistema de armostamiento sísmico adicional previsto entre el suelo y la vivienda.	-1,2				
	Una reedificación o un acondicionamiento exhaustivo es visible o se conoce por los planos dados.	-1,4				M = -0,4
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $SL2 = (S^* + VL2 + PL2 + M) \geq Smin: 2,5$						(Transferir al formulario del Nivel 1)
Se observa algún daño o deterioro u otra condición que afecte negativamente al desempeño sísmico de la edificación: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No						
Si es afirmativo, describir la condición en la sección posterior de comentarios e indicar en el formulario del Nivel 1 si una evaluación detallada es requerida independiente del puntaje de la edificación.						
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES:						
Ubicación	Aspecto (Chequear "SI" o "No")	Si	No	Comentario		
Exterior	Existe un antepecho de mampostería no reforzada no armada o una chimenea de mampostería no reforzada					
	Existen revestimientos pesados					
	Existe un lechado pesado sobre puertas de salida o pasillos peatonales que parecen estar soportados inadecuadamente.					
	Existe un anexo de mampostería no reforzada sobre puertas de salida o pasillos peatonales.					
	Existe un aviso colocado en la edificación que indica que hay materiales peligrosos presentes					
Interior	Existe una edificación adyacente más alta con una pared URM no armada o un antepecho o chimenea URM no armados.					
	Otro peligro exterior observable no estructural que pueda caer.					
Desempeño Sísmico No Estructural Estimado (Chequear el recuadro apropiado y transferirlo a las conclusiones del formulario del Nivel 1)						
<input type="checkbox"/> Peligros potenciales no estructurales con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada recomendada						
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Pero Evaluación No Estructural Detallada no requerida						
<input checked="" type="checkbox"/> Peligros no estructurales menores o inexistentes que amenazan a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada no requerida						
Comentarios: Existe una cubierta anexa a la edificación que podría representar un peligro no estructural, aunque de forma visual parece sujeta de forma correcta a la estructura principal de la edificación.						

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154


Nivel 1
ALTA SISMICIDAD

		Dirección: Calle Santa Clara		Código Postal: 170503															
		Otros identificadores: Calle esquinera																	
Nombre edificación: Casa Espinosa Carlos		Uso: Vivienda																	
Latitud: 0°18'23"		Longitud: 78°26'59"																	
S: 2,04		S1: 0,82																	
Evaluadores: Erazo A., Salgado R.		Fecha/Hora: 11/07/2016; 16h15																	
Nº pisos: Sobre NPT: 3 Bejo NPT: Año de construcción: 1999/EST		Área total en planta: (m2): 230		Año de código: 2001															
Ampliaciones: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Si, año de construcción:		Ocupación: Recreación Comercial Serv. Emerg. <input type="checkbox"/> Histórica <input type="checkbox"/> Refugio																	
Industrial Oficinas Educación <input type="checkbox"/> Gubernamental		Serv. Públicos Almacenamiento Educación <input checked="" type="checkbox"/> Residencial # Unidades: 1																	
Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A (roca dura) <input type="checkbox"/> B (roca prom.) <input type="checkbox"/> C (Suelo denso)		<input checked="" type="checkbox"/> D (suelo rígido) <input type="checkbox"/> E (suelo suave) <input type="checkbox"/> F (suelo pobre) <input type="checkbox"/> DNK (Asumir Tipo D)																	
Peligros geológicos: Liquefacción: <input checked="" type="checkbox"/> No/DNK Deslizamiento: <input checked="" type="checkbox"/> No/DNK		Ruptura de superficie: <input checked="" type="checkbox"/> No/DNK																	
Adyacencia: <input type="checkbox"/> Golpeteo <input type="checkbox"/> Objetos peligrosos al caer de edif. más altos		Irregularidades: <input type="checkbox"/> En elevación (tipo/severidad)																	
<input checked="" type="checkbox"/> En planta (tipo) sistemas no paralelos		Peligros exteriores: <input checked="" type="checkbox"/> Chimeneas no ancladas <input checked="" type="checkbox"/> Revestimientos pesados																	
<input type="checkbox"/> Anclajes, barandas <input type="checkbox"/> Anexos <input type="checkbox"/> Otros: Tejas		COMENTARIOS:																	
 <p>BOSQUEJO</p>		<p>Casa esquinera que tiene una forma irregular en planta y posee muchos detalles arquitectónicos. Al no existir seguridad sobre el tipo de estructura FEMA, se toma la opción más conservadora, en este caso C1.</p> <p><input type="checkbox"/> Comentarios o bosquejos adicionales en hoja separada</p>																	
PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1																			
TIPO DE EDIFICACIÓN FEMA	No se sabe (DNK)	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH	
Puntaje Básico		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5	
Irregularidad en elevación severa, VL1		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA	
Irregularidad en elevación moderada, VL1		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA	
Irregularidad en planta, PL1		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA	
Pre-Código		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1	
Post-Referencia		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2	
Tipo de suelo A o B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	
Tipo de suelo E (1-3 pisos)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	
Tipo de suelo E (>3 pisos)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA	
Puntaje Mínimo, Smin		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0	
PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1 ≥ Smin		0.5																	
EXTENSIÓN DE LA REVISIÓN		OTROS PELIGROS				ACCIÓN REQUERIDA													
Exterior: <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo		Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?				Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada?													
Interior: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Ingreso		<input type="checkbox"/> Potencial golpeteo, (a menos que SL2 > que el puntaje límite aceptable)				<input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocida u otro tipo de edificación													
Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Peligro de objetos que puedan caer de edificaciones adyacentes				<input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el puntaje límite aceptable													
Fuente del tipo de suelo:		<input type="checkbox"/> Peligros geológicos o suelo Tipo F				<input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes													
Fuente de los Peligros Geológicos		<input type="checkbox"/> Daño/deterioro significativo en el sistema estructural				<input type="checkbox"/> No													
Persona contacto:						Se recomienda una Evaluación No Estructural? (chequear uno)													
EVALUACIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA?						<input checked="" type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deberían ser evaluados													
<input checked="" type="checkbox"/> Si, Puntaje Final Nivel 2, SL2 0.7 <input type="checkbox"/> No						<input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada													
Peligros no estructurales? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No						<input type="checkbox"/> No, no se han identificado peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK													
Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotarlo siguiente, EST = Estimado o datos no confiables DNK = no se sabe																			

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales				Nivel 2 (Opcional)	
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154				ALTA SISMICIDAD	
La recolección de datos del Nivel 2 debe ser desarrollada por un profesional de Ingeniería o arquitectura, o un estudiante con conocimientos en evaluación sísmica o diseño de edificaciones.					
Nombre edificación: Casa 100		Puntaje Final Nivel 1: $S_L1 = 0,5$		(no considerar S_{min})	
Evaluador: Erazo A., Salgado R.		Modificadores de Irregularidad Nivel 1: Irregularidad en elevación, $VL1 = 0$		Irregularidad en planta, $PL1 = -0,5$	
Fecha/Hora: 11/07/2016; 16:30		PUNTAJE AJUSTADO BASE: $S' = (S_L1 - VL1 - PL1) = 1,1$			
MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA SER CONSIDERADOS EN EL PUNTAJE AJUSTADO BASE					
Tema	Aspecto (si es verdadero, encerrar en un círculo el modificador "SI", caso contrario tachar el modificador.)	SI	Subtotales		
Irregularidad en elevación, VL2	Terreno en pendiente	Edificación W1: Existe al menos un piso de diferencia de nivel entre un lado de la edificación con respecto al otro. Edificación no W1: Existe al menos un piso de diferencia entre un lado de la edificación con respecto al otro.	-1,2 -0,3	VL2 = 0,0 (Tope en -1,2)	
	Piso débil y/o piso blando (encerrar máximo uno)	Edificación W1 con paredes cortas de enlramado de madera: es visible este tipo de pared no amoldada en el espacio dejado. Casa W1 con espacio ocupado sobre el garaje: Por debajo un piso ocupado, existe un espacio para garaje sin un portico de acero resistente a momento, y existe menos de 20 cm de pared en la misma línea (para múltiples pisos ocupados por encima, usar como mínimo 40,6 cm de pared).	-0,6 -1,2		
		Edificación W1A con abertura frontal: Existen aberturas en la planta baja (como parqueaderos) sobre al menos el 50% de la longitud de la edificación.	-1,2		
		Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que el 50% que el piso superior o la altura de cualquier piso este entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,9		
		Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso se encuentre entre el 50% y 75 % que el piso superior o la altura de cualquier piso este entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,5		
		Discontinuidad	Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están desplazados de aquellos en el piso inferior causando que el diafragma de piso trabaje en voladizo. Los elementos verticales del sistema lateral en pisos superiores están desalineados con aquellos en pisos inferiores. Existe una discontinuidad en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de estos elementos.		
	Columnas cortas	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo del eje de columna en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menores al 50% de la relación nominal altura/profundidad en ese nivel. C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La profundidad de la columna (o ancho de pilares) es menor que la mitad de la profundidad del antepecho, o existen paredes de relleno o pisos adyacentes que corten a la columna.	-0,5 -0,5		
		Nivel desplazado	Existe un nivel desplazado en una de las plantas o en el techo.		
	Otra irregularidad	Se observa otra irregularidad severa en elevación que obviamente afecta al desempeño sísmico de la edificación. Se observa otra irregularidad moderada en elevación que puede afectar al desempeño sísmico de la edificación.	-1,0 -0,5		
	Irregularidad en planta, PL2	Irregularidad torsional: El sistema lateral no aparece relativamente bien distribuido en planta en una o en ambas direcciones. (No se incluye la abertura frontal del W1A mencionada anteriormente.)	-0,7		
Sistemas no paralelos: Existen uno o más elementos verticales grandes del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.		-0,4			
Equina reentrante: Ámbitos proyecciones de la esquina interior excede el 25% de toda la dimensión en planta en esa dirección.		-0,4			
Abertura de diafragma de piso: Existe una abertura en el diafragma de piso con un ancho mayor al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.		-0,2			
Discontinuidad fuera del plano en Edificaciones C1, C2: Las vigas exteriores no están alineadas con las columnas en planta.		-0,4			
Otra irregularidad: Se observa otra irregularidad en planta que obviamente afecta al desempeño sísmico de la estructura.		-0,7			
Redundancia	La edificación tiene al menos dos venos con elementos laterales en cada lado de la edificación en cada dirección.	-0,3			
Golpeteo	La edificación está separada de la estructura adyacente por menos del 1% de la altura la edificación más baja y estructura adyacente y: Los pisos no se alinean verticalmente por más de 51 cm. Una edificación es 2 o más pisos más alta que la otra. La edificación está al final del bloque o manzana.	-1,0 -0,5 -1,0	El valor límite del modificador de puntaje por golpeteo es -1,2		
Edificación S2	Es visible una geometría K de enlramado.	-1,0			
Edificación C1	Pisos planos sirven como vigas en el portico resistente a momento.	-0,4			
Edificación PC1/RM1	Existen uniones techo-pared que son viables o que no están sujetos a flexión transversal según planos (No se combina con modificadores de Piso-Referencia o de Readequación)	-0,3			
Edificación PC1/RM2	La edificación está estrechamente espaciada, paredes interiores de altura completa (preferible que un espacio interior con pocas paredes como en una bodega.)	-0,6			
URM	Paredes triangulares (gable walls) presentes.	-0,4			
UH	Existe un sistema de enlramado sísmico adicional previsto entre el suelo y la vivienda	-1,2			
Readequación	Una readequación o un acondicionamiento exhaustivo es visible o se conoce por los planos dados.	+1,4			
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, $S_L2 = (S' + VL2 + PL2 + M) \geq S_{min}$:		0,7		(Transferir al formulario del Nivel 1)	
Se observa algún daño o deterioro u otra condición que afecta negativamente al desempeño sísmico de la edificación: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No					
Si es afirmativo, describa la condición en la sección posterior de comentarios e indique en el formulario del Nivel 1 si una evaluación detallada es requerida independiente del puntaje de la edificación.					
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES:					
Ubicación	Aspecto (Chequear "SI" o "No")	SI	No	Comentario	
Exterior	Existe un antepecho de mampostera no reforzada no amoldada o una chimenea de mampostera no reforzada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Existen revestimientos pesados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Existe un techo pesado sobre puertas de salida o pasillos peatonales que parecen estar soportados inadecuadamente.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Existe un anexo de mampostera no reforzada sobre puertas de salida o pasillos peatonales.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Existe un suelo colocado en la edificación que indica que hay materiales peligrosos presentes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Interior	Existe una edificación adyacente más alta con una pared URM no anclada o un antepecho o chimenea URM no amoldada.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Otro peligro exterior observable no estructural que puede caer.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Existen tejas de arcilla o bloques de ladrillo en gradas o corredores de salida.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Desempeño Sísmico No Estructural Estimado (Chequear el recuadro apropiado y transferirlo a las conclusiones del formulario del Nivel 1)					
<input checked="" type="checkbox"/> Peligros potenciales no estructurales con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes — Evaluación No Estructural Detallada recomendada					
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes — Pero Evaluación No Estructural Detallada no requerida					
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales menores o incidentes que amenazan a la seguridad de vida de los ocupantes — Evaluación No Estructural Detallada no requerida					
Comentarios: Hay detalles arquitectónicos que podrían tener una función estructural, no se cuenta con planos y es difícil de identificarlos					

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154

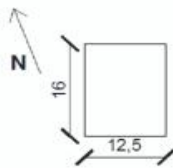
Nivel 1
ALTA SISMICIDAD

	Dirección: Av. Bulevar		Código Postal: 170503
	Otros identificadores: Casa antigua		
Nombre edificación: Casa 1 del Conjunto Valle Verde			
Uso: Casa Comunal			
Latitud: 0°18'27"		Longitud: 78°27'06"	
Ss: 2.04		S1: 0.82	
Evaluadores: Erazo A., Salgado R.		Fecha/Hora: 13/07/2016; 11h30	
N° pisos: Sobre NPT: 2, Bajo NPT: 0, Año de construcción: 1960, EST			
Área total en planta: (m2): 420		Año de código: 2001	
Ampliaciones: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Si, año de construcción:			
Ocupación: Recreación <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emerg. <input checked="" type="checkbox"/> Histórica <input type="checkbox"/> Refugio			
Industrial <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gubernamental <input type="checkbox"/>			
Serv. Públicos <input type="checkbox"/> Almacenamiento <input type="checkbox"/> Educación <input checked="" type="checkbox"/> Residencial, # Unidades: 1			
Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A (roca dura) <input type="checkbox"/> B (roca prom.) <input type="checkbox"/> C (Suelo denso)			
<input checked="" type="checkbox"/> D (suelo rígido) <input type="checkbox"/> E (suelo suave) <input type="checkbox"/> F (suelo pobre) <input checked="" type="checkbox"/> DNK (Asumir Tipo D)			
Peligros geológicos: Licuefacción: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK Deslizamiento: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK			
Ruptura de superficie: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK			
Adyacencia: <input type="checkbox"/> Golpeteo <input type="checkbox"/> Objetos peligrosos al caer de edif. más altos			
Irregularidades: <input type="checkbox"/> En elevación (tipo/severidad):			
<input checked="" type="checkbox"/> En planta (tipo): Esquina Rentrante			
Peligros exteriores: <input checked="" type="checkbox"/> Chimeneas no ancladas <input type="checkbox"/> Revestimientos pesados			
<input type="checkbox"/> Antepechos, barandas <input type="checkbox"/> Anexos <input checked="" type="checkbox"/> Otros: Cubierta de tejas			
COMENTARIOS:			
Casa antigua, en el conjunto existen otro tipo de edificaciones que no forman parte del análisis. La edificación funciona como casa comunal dentro del Conjunto Valle Verde.			

PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1																		
TIPO DE EDIFICACIÓN FEMA	No se sabe (DNK)	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Irregularidad en elevación severa, VL1		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Irregularidad en elevación moderada, VL1		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Irregularidad en planta, PL1		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Código		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post Referencia		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Tipo de suelo A o B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Tipo de suelo E (1-3 pisos)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Puntaje Mínimo, Smin		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0
PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1 ≥ Smin		0.6																
EXTENSIÓN DE LA REVISIÓN		OTROS PELIGROS							ACCIÓN REQUERIDA									
Exterior: <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo		Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?							Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada?									
Interior: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Ingreso		<input type="checkbox"/> Potencial golpeteo, (a menos que SL2 > que el puntaje límite aceptable)							<input checked="" type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocida u otro tipo de edificación									
Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> Peligro de objetos que puedan caer de edificaciones adyacentes							<input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el puntaje límite aceptable									
Fuente del tipo de suelo:		<input type="checkbox"/> Peligros geológicos							<input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes									
Fuente de los Peligros Geológicos		<input type="checkbox"/> Peligros geológicos o suelo Tipo F							<input type="checkbox"/> No									
Persona contacto:		<input type="checkbox"/> Daño/deterioro significativo en el sistema estructural							Se recomienda una Evaluación No Estructural? (chequear uno)									
EVALUACIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA?		<input checked="" type="checkbox"/> Si, Puntaje Final Nivel 2, SL2 0.6 <input type="checkbox"/> No							<input checked="" type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deberían ser evaluados									
Peligros no estructurales? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No									<input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada									
									<input type="checkbox"/> No, no se han identificado peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK									
Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguiente, EST = Estimado o datos no confiables Q DNK = no se sabe																		

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales				Nivel 2 (Opcional)	
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154				ALTA SISMICIDAD	
La recolección de datos del Nivel Opcional 2 debe ser desarrollada por un profesional de ingeniería o arquitectura, o un estudiante con conocimientos en evaluación sísmica o diseño de edificaciones.					
Nombre edificación: Casa 1 Conjunto Valle Verde		Puntaje Final Nivel 1: SL1: 0.6		(no considerar Smin)	
Evaluador: Erazo A., Salgado R.		Modificadores de Irregularidad Nivel 1: Irregularidad en elevación, VL1 = 0.0		Irregularidad en planta, PL1 = 0.4	
Fecha/Hora: 13/07/2016 ; 11h45		PUNTAJE AJUSTADO BASE: S' = (SL1 - VL1 - PL1) = 1.0			
MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA SER CONSIDERADOS EN EL PUNTAJE AJUSTADO BASE					
Tema	Aspecto (si es verdadero, encerrar en un círculo el modificador "SI", caso contrario tachar el modificador.)			SI	Subtotales
Irregularidad en elevación, VL2	Terreno en pendiente	Edificación W1: Existe al menos un piso de diferencia de nivel entre un lado de la edificación con respecto al otro.		-0.2	VL2 = 0.0 (Tope en -1.2)
		Edificación no W1: Existe al menos un piso de diferencia entre un lado de la edificación con respecto al otro.		-0.2	
	Piso débil y/o piso blando (encerrar máximo uno)	Edificación W1 con paredes cortas de entramado de madera: es visible este tipo de pared no arriostrada en el espacio dejado.		-0.4	
		Casa W1 con espacio ocupado sobre el garaje: Por debajo un piso ocupado, existe un espacio para garaje sin un pórtico de acero resistente a momento, y existe menos de 20 cm de pared en la misma línea (para múltiples pisos ocupados por encima, usar como mínimo 40.6 cm de pared)		-1.2	
		Edificación W1A con abertura frontal: Existen aberturas en la planta baja (como parqueaderos) sobre al menos el 50% de la longitud de la edificación.		-1.2	
		Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que el 50% que el piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior.		-0.9	
		Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso se encuentra entre el 50% y 75 % que el piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior.		-0.5	
	Discontinuidad	Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están desplazados de aquellos en el piso inferior causando que el diafragma de piso trabaje en voladizo.		-1.0	
		Los elementos verticales del sistema lateral en pisos superiores están desalineados con aquellos en pisos inferiores.		-0.5	
	Columnas cortas	Existe una discontinuidad en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de estos elementos.		-0.3	
C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo del eje de columna en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menores al 50% de la relación nominal altura/profundidad en ese nivel.			-0.5		
Nivel desplazado	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La profundidad de la columna (o ancha de pilares) es menor que la mitad de la profundidad del antepecho, o existen paredes de relleno o pisos adyacentes que cortan a la columna.		-0.5		
Otra irregularidad	Existe un nivel desplazado en una de las plantas o en el techo.		-0.3		
Irregularidad en planta, PL2	Se observa otra irregularidad severa en elevación que obviamente afecta al desempeño sísmico de la edificación.		-1.0		
	Se observa otra irregularidad moderada en elevación que pueda afectar al desempeño sísmico de la edificación.		-0.5		
	Irregularidad torsional: El sistema lateral no aparece relativamente bien distribuido en planta en una o en ambas direcciones. (No se incluye la abertura frontal del W1A mencionada anteriormente.)		-0.7		
	Sistemas no paralelos: Existen uno o más elementos verticales grandes del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.		-0.4		
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones de la esquina interior excede el 25% de toda la dimensión en planta en esa dirección.		-0.4		
	Abertura de diafragma de piso: Existe una abertura en el diafragma de piso con un ancho mayor al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.		-0.2		
Redundancia	Discontinuidad fuera del plano en Edificaciones C1, C2: Las vigas exteriores no están alineadas con las columnas en planta.		-0.4		
	Otra irregularidad: Se observa otra irregularidad en planta que obviamente afecta al desempeño sísmico de la estructura.		-0.7		
Golpeteo	La edificación tiene al menos dos vanos con elementos laterales en cada lado de la edificación en cada dirección.		-0.3		
Edificación S2	La edificación está separada de la estructura adyacente por menos del 1% de la altura la edificación más baja y estructura adyacente y:	Los pisos no se alinean verticalmente por más de 61 cm. Una edificación es 2 o más pisos más alta que la otra. La edificación está al final del bloque o manzana.	El valor límite del modificador de puntaje por golpeteo es -1.2	-1.0	M = -0.4
	Edificación C1	Es visible una geometría K de arriostramiento.		-1.0	
Edificación PC1/RM1	Placas planas sirven como vigas en el pórtico resistente a momento.			-0.4	
Edificación PC1/RM2	Existen uniones techo-pared que son visibles o que no están sujetos a flexión transversal según planos (No se combina con modificadores de Post-Referencia o de Readequación)			-0.3	
URM	La edificación está estrechamente espaciada, paredes interiores de altura completa (preferible que un espacio interior con pocas paredes como en una bodega.)			-0.3	
MH	Paredes triangulares (gable walls) presentes.			-0.4	
Readequación	Existen sistemas de arriostramiento sísmico adicional previsto entre el suelo y la vivienda			-0.2	
	Una readequación o un acondicionamiento exhaustivo es visible o se conoce por los planos dados.			-1.4	
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2 = (S' + VL2 + PL2 + M) ≥ Smin:				0.6	(Transferir al formulario del Nivel 1)
Se observa algún daño o deterioro u otra condición que afecta negativamente al desempeño sísmico de la edificación: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No					
Si es afirmativo, describir la condición en la sección posterior de comentarios e indicar en el formulario del Nivel 1 si una evaluación detallada es requerida independiente del puntaje de la edificación.					
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES:					
Ubicación	Aspecto (Chequear "SI" o "No")		SI	No	Comentario
Exterior	Existe un antepecho de mampostería no reforzada no arriostrada o una chimenea de mampostería no reforzada		✓		
	Existen revestimientos pesados			✓	
	Existe un techado pesado sobre puertas de salida o pasillos peatonales que parecen estar soportados inadecuadamente.		✓		
	Existe un anexo de mampostería no reforzada sobre puertas de salida o pasillos peatonales.			✓	
	Existe un aviso colocado en la edificación que indica que hay materiales peligrosos presentes			✓	
	Existe una edificación adyacente más alta con una pared URM no arriostrada o un antepecho o chimenea URM no arriostrados.			✓	
Interior	Otro peligro exterior observable no estructural que pueda caer.			✓	
	Existen tejas de arcilla o tabiques de ladrillo en gradas o corredores de salida.		✓		
Otro peligro interior observable no estructural que pueda caer.			✓		
Desempeño Sísmico No Estructural Estimado (Chequear el recuadro apropiado y transferirlo a las conclusiones del formulario del Nivel 1)					
<input checked="" type="checkbox"/> Peligros potenciales no estructurales con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada recomendada					
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Pero Evaluación No Estructural Detallada no requerida					
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales menores o inexistentes que amenacen a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada no requerida					
Comentarios: Casa antigua con mampostería no reforzada.					

	Dirección: Av. General Rumiñahui		Código Postal: 170503	
	Otros identificadores: Estación de servicio			
	Nombre edificación: Estación de servicio Primax			
	Uso: Gasolinera			
	Latitud: 0°18'23"		Longitud: 78°26'57"	
	Ss: 2.04		S1: 0.82	
	Evaluadores: Erazo A., Salgado R.		Fecha/Hora: 13/07/2016; 14h00	
	N° pisos: Sobre NPT: 1 Bajo NPT: Año de construcción: 2008 EST			
	Área total en planta (m2): 200		Año de código: 2001	
	Ampliaciones: <input type="checkbox"/> Ninguna <input checked="" type="checkbox"/> Si, año de construcción: DNK			
Ocupación: Recreación <input checked="" type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emerg. <input type="checkbox"/> Histórica <input type="checkbox"/> Refugio				
Industrial <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gubernamental				
Serv. Públicos <input type="checkbox"/> Almacenamiento <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Residencial, # Unidades: _____				
Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A (roca dura) <input type="checkbox"/> B (roca prom.) <input type="checkbox"/> C (Suelo denso)				
<input checked="" type="checkbox"/> D (suelo rígido) <input type="checkbox"/> E (suelo suave) <input type="checkbox"/> F (suelo pobre) DNK (Asumir Tipo D)				
Peligros geológicos: Liquefacción: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK Deslizamiento: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK				
Ruptura de superficie: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK				
Adyacencia: <input type="checkbox"/> Golpeo <input type="checkbox"/> Objetos peligrosos al caer de edif. más altos				
Irregularidades: <input type="checkbox"/> En elevación (tipo/severidad)				
<input type="checkbox"/> En planta (tipo)				
Peligros exteriores: <input type="checkbox"/> Chimeneas no ancladas <input type="checkbox"/> Revestimientos pesados				
<input type="checkbox"/> Antepechos, barandas <input type="checkbox"/> Anexos <input checked="" type="checkbox"/> Otros: Cubierta				
COMENTARIOS:				
Estructura de una estación de servicio típica, con columnas metálicas y una cubierta con estructura metálica. Cabe recalcar que en la evaluación no se puede determinar la ubicación de tanques subterráneos ni instalaciones electromecánicas de la estación.				
<input type="checkbox"/> Comentarios o bosquejos adicionales en hoja separada				



BOSQUEJO

PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1

TIPO DE EDIFICACIÓN FEMA	No se sabe (DNK)	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Irregularidad en elevación severa, VL1		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Irregularidad en elevación moderada, VL1		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Irregularidad en planta, PL1		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Código		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post Referencia		1.6	1.9	2.2	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2	
Tipo de suelo A o B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Tipo de suelo E (1-3 pisos)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Puntaje Mínimo, Smin		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1 ≥ Smin 3.5

EXTENSIÓN DE LA REVISIÓN	OTROS PELIGROS	ACCIÓN REQUERIDA
Exterior: <input type="checkbox"/> Parcial <input checked="" type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo	Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada?	Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada?
Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Visible <input checked="" type="checkbox"/> Ingreso	<input type="checkbox"/> Potencial golpeo, (a menos que SL2 > que el puntaje límite aceptable)	<input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocida u otro tipo de edificación
Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Peligro de objetos que puedan caer de edificaciones adyacentes	<input type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el puntaje límite aceptable
Fuente del tipo de suelo:	<input type="checkbox"/> Peligros geológicos o suelo Tipo F	<input checked="" type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes
Fuente de los Peligros Geológicos	<input type="checkbox"/> Daño/deterioro significativo en el sistema estructural	<input type="checkbox"/> No
Persona contacto:		Se recomienda una Evaluación No Estructural? (chequear uno)
EVALUACIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA?		<input checked="" type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deberían ser evaluados
<input checked="" type="checkbox"/> Si, Puntaje Final Nivel 2, SL2 3.5 <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada
Peligros no estructurales? <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No		<input type="checkbox"/> No, no se han identificado peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK

Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguiente, EST = Estimado o datos no confiables QDNK = no se sabe

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales

Nivel 2 (Opcional)

Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154

ALTA SISMICIDAD

La recolección de datos del Nivel Opcional 2 debe ser desarrollada por un profesional de ingeniería o arquitectura, o un estudiante con conocimientos en evaluación sísmica o diseño de edificaciones.

Nombre edificación: Casa Miño Ortega	Puntaje Final Nivel 1: SL1: 3,5	(no considerar S _{min})
Evaluador: Erazo A., Salgado R.	Modificadores de Irregularidad Nivel 1: Irregularidad en elevación, VL1 = 0,0	Irregularidad en planta, PL1 = 0,0
Fecha/Hora: 13/07/2016 ; 14h15	PUNTAJE AJUSTADO BASE: S' = (SL1 - VL1 - PL1) = 3,5	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA SER CONSIDERADOS EN EL PUNTAJE AJUSTADO BASE

Tema	Aspecto (si es verdadero, encerrar en un círculo el modificador "SI", caso contrario tachar el modificador.)		SI	Subtotales	
Irregularidad en elevación, VL2	Terreno en pendiente	Edificación W1: Existe al menos un piso de diferencia de nivel entre un lado de la edificación con respecto al otro. Edificación no W1: Existe al menos un piso de diferencia entre un lado de la edificación con respecto al otro.	-1,2 -0,3	VL2 = -0,0 (Tope en -1,2)	
	Piso débil y/o piso blando (encerrar máximo uno)	Edificación W1 con paredes cortas de entramado de madera: es visible este tipo de pared no arriostrada en el espacio dejado. Casa W1 con espacio ocupado sobre el garaje: Por debajo un piso ocupado, existe un espacio para garaje sin un pórtico de acero resistente a momento, y existe menos de 20 cm de pared en la misma línea (para múltiples pisos ocupados por encima, usar como mínimo 40,6 cm de pared) Edificación W1A con abertura frontal: Existen aberturas en la planta baja (como parqueaderos) sobre al menos el 50% de la longitud de la edificación. Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que el 50% que el piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior. Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso se encuentra entre el 50% y 75 % que el piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior.	-0,9 -1,2 -1,2 -0,9 -0,5		
		Discontinuidad	Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están desplazados de aquellos en el piso inferior causando que el diafragma de piso trabaje en voladizo. Los elementos verticales del sistema lateral en pisos superiores están desalineados con aquellos en pisos inferiores. Existe una discontinuidad en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de estos elementos.		-1,0 -0,5 -0,3
			Columnas cortas		C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo del eje de columna en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menores al 50% de la relación nominal altura/profundidad en ese nivel. C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La profundidad de la columna (o ancho de pilares) es menor que la mitad de la profundidad del antepecho, o existen paredes de relleno o pisos adyacentes que cortan a la columna.
		Nivel desplazado			Existe un nivel desplazado en una de las plantas o en el techo.
		Otra irregularidad	Se observa otra irregularidad severa en elevación que obviamente afecta al desempeño sísmico de la edificación. Se observa otra irregularidad moderada en elevación que pueda afectar al desempeño sísmico de la edificación.		-1,0 -0,3
	Irregularidad en planta, PL2		Irregularidad torsional: El sistema lateral no aparece relativamente bien distribuido en planta en una o en ambas direcciones. (No se incluye la abertura frontal del W1A mencionada anteriormente.) Sistemas no paralelos: Existen uno o más elementos verticales grandes del sistema lateral que no son ortogonales entre sí. Esquina reentrante: Ambas proyecciones de la esquina interior excede el 25% de toda la dimensión en planta en esa dirección. Abertura de diafragma de piso: Existe una abertura en el diafragma de piso con un ancho mayor al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel. Discontinuidad fuera del plano en Edificaciones C1, C2: Las vigas exteriores no están alineadas con las columnas en planta. Otra irregularidad: Se observa otra irregularidad en planta que obviamente afecta al desempeño sísmico de la estructura.		-0,7 -0,4 -0,4 -0,2 -0,4 -0,7
		Redundancia	La edificación tiene al menos dos vanos con elementos laterales en cada lado de la edificación en cada dirección.		-0,3
		Golpeteo	La edificación está separada de la estructura adyacente por menos del 1% de la altura la edificación más baja y estructura adyacente y: Los pisos no se alinean verticalmente por más de 61 cm. Una edificación es 2 o más pisos más alta que la otra. La edificación está al final del bloque o manzana.		-1,0 -1,0 -0,5
			El valor límite del modificador de puntaje por golpeteo es -1,2		-1,0
		Edificación S2	Es visible una geometría K de arriostramiento.		-1,0
		Edificación C1	Placas planas sirven como vigas en el pórtico resistente a momento.		-0,4
Edificación PC1/RM1	Existen uniones techo-pared que son visibles o que no están sujetos a flexión transversal según planos (No se combina con modificadores de Post-Referencia o de Readequación)	-0,3			
Edificación PC1/RM2	La edificación está estrechamente espaciada, paredes interiores de altura completa (preferible que un espacio interior con pocas paredes como en una bodega.)	-0,3			
URM	Paredes triangulares (gable walls) presentes.	-0,4			
MH	Existe un sistema de arriostramiento sísmico adicional previsto entre el suelo y la vivienda	-1,2			
Readequación	Una readequación o un reacondicionamiento exhaustivo es visible o se conoce por los planos dados.	-1,4			
				0,0	
				M =	

Se observa algún daño o deterioro u otra condición que afecta negativamente al desempeño sísmico de la edificación: ☐ Si ☒ No

Si es afirmativo, describir la condición en la sección posterior de comentarios e indicar en el formulario del Nivel 1 si una evaluación detallada es requerida independiente del puntaje de la edificación.


PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES:

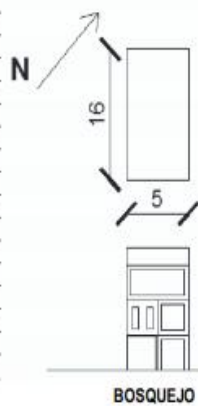
Ubicación	Aspecto (Chequear "Si o No")	Si	No	Comentario
Exterior	Existe un antepecho de mampostería no reforzada o una chimenea de mampostería no reforzada		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existen revestimientos pesados		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe un techado pesado sobre puertas de salida o pasillos peatonales que parecen estar soportados inadecuadamente.	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Existe un anexo de mampostería no reforzada sobre puertas de salida o pasillos peatonales.		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe un aviso colocado en la edificación que indica que hay materiales peligrosos presentes		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existe una edificación adyacente más alta con una pared URM no anclada o un antepecho o chimeneas URM no arriostrados.		<input checked="" type="checkbox"/>	
Interior	Otro peligro exterior observable no estructural que pueda caer.		<input checked="" type="checkbox"/>	
	Existen tejas de arcilla o tabiques de ladrillo en gradas o corredores de salida.		<input checked="" type="checkbox"/>	
Desempeño Sísmico	Otro peligro interior observable no estructural que pueda caer.		<input checked="" type="checkbox"/>	
	No Estructural Estimado (Chequear el recuadro apropiado y transferirlo a las conclusiones del formulario del Nivel 1)			
	<input checked="" type="checkbox"/> Peligros potenciales no estructurales con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada recomendada			
	<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Pero Evaluación No Estructural Detallada no requerida			
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales menores o inexistentes que amenacen a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada no requerida				

Comentarios: Estructura de estación de servicio, es una estructura liviana y que tiene un buen comportamiento sísmico, pero el problema radica la cercanía al cauce del río y puede estar sujeta a una posible inundación de lahares.

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154

Nivel 1
ALTA SISMICIDAD

	Dirección: Calle Santa Clara	Código Postal: 170503
	Otros identificadores:	
Nombre edificación: Almacenes Cotopaxi	Uso: Comercial	
Latitud: 0°18'24"	Longitud: 78°27'00"	
Ss: 2.04	S1: 0.82	
Evaluadores: Erazo A., Salgado R.	Fecha/Hora: 11/07/2016; 16h00	
N° pisos: Sobre NPT: 3 Bajo NPT: Año de construcción: 2012 EST	Área total en planta: (m2): 80 Año de código: 2001	
Ampliaciones: <input checked="" type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Si, año de construcción:		
Ocupación: Recreación <input checked="" type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Serv. Emerg. <input type="checkbox"/> Histórica <input type="checkbox"/> Refugio		
Industrial <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Gubernamental		
Serv. Públicos <input type="checkbox"/> Almacenamiento <input type="checkbox"/> Educación <input type="checkbox"/> Residencial, # Unidades: 1		
Tipo de suelo: <input type="checkbox"/> A (roca dura) <input type="checkbox"/> B (roca prom.) <input type="checkbox"/> C (Suelo denso)		
<input checked="" type="checkbox"/> D (suelo rígido) <input type="checkbox"/> E (suelo suave) <input type="checkbox"/> F (suelo pobre) <input type="checkbox"/> DNK (Asumir Tipo D)		
Peligros geológicos: Liquefacción: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK Destazamiento: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK		
Ruptura de superficie: <input checked="" type="checkbox"/> No DNK		
Adyacencia: <input type="checkbox"/> Golpeteo <input type="checkbox"/> Objetos peligrosos al caer de edif. más altos		
Irregularidades: <input checked="" type="checkbox"/> En elevación (tipo/severidad) piso débil /severa		
<input type="checkbox"/> En planta (tipo)		
Peligros exteriores: <input type="checkbox"/> Chimeneas no ancladas <input type="checkbox"/> Revestimientos pesados		
<input type="checkbox"/> Antepechos, barandas <input checked="" type="checkbox"/> Anexos <input checked="" type="checkbox"/> Otros Rótulos		
COMENTARIOS:		
Edificio con estructura Metálica		
<input type="checkbox"/> Comentarios o bosquejos adicionales en hoja separada		



PUNTAJE BÁSICO, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1

TIPO DE EDIFICACIÓN FEMA	No se sabe (DNK)	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Puntaje Básico		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Irregularidad en elevación severa, VL1		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Irregularidad en elevación moderada, VL1		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Irregularidad en planta, PL1		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Código		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Referencia		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Tipo de suelo A o B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Tipo de suelo E (1-3 pisos)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Tipo de suelo E (>3 pisos)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Puntaje Mínimo, Smin		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

PUNTAJE FINAL DEL NIVEL 1, SL1 ≥ Smin 0.9

EXTENSIÓN DE LA REVISIÓN Exterior: <input checked="" type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Todos los lados <input type="checkbox"/> Aéreo Interior: <input type="checkbox"/> Ninguno <input checked="" type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Ingreso Planos revisados: <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No Fuente del tipo de suelo: Fuente de los Peligros Geológicos Persona contacto: EVALUACIÓN DEL NIVEL 2 REALIZADA? <input checked="" type="checkbox"/> Si, Puntaje Final Nivel 2, SL2 1.2 <input type="checkbox"/> No Peligros no estructurales? <input type="checkbox"/> Si <input checked="" type="checkbox"/> No	OTROS PELIGROS Existen otros peligros que hacen que se requiera una Evaluación Estructural Detallada? <input type="checkbox"/> Potencial golpeteo, (a menos que SL2 > que el puntaje límite aceptable) <input type="checkbox"/> Peligro de objetos que puedan caer de edificaciones adyacentes <input type="checkbox"/> Peligros geológicos o suelo Tipo F <input type="checkbox"/> Daño/deterioro significativo en el sistema estructural	ACCIÓN REQUERIDA Se requiere de una Evaluación Estructural Detallada? <input type="checkbox"/> Si, tipo de edificación FEMA desconocida u otro tipo de edificación <input checked="" type="checkbox"/> Si, puntaje menor que el puntaje límite aceptable <input type="checkbox"/> Si, otros peligros presentes <input type="checkbox"/> No Se recomienda una Evaluación No Estructural? (chequear uno) <input type="checkbox"/> Si, peligros no estructurales identificados que deberían ser evaluados <input type="checkbox"/> No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada <input checked="" type="checkbox"/> No, no se han identificado peligros no estructurales <input type="checkbox"/> DNK
---	--	--

Cualquier información que no pueda ser verificada, el evaluador deberá anotar lo siguiente, EST = Estimado o datos no confiables QDNK = no se sabe

Evaluación visual rápida de Edificaciones para Peligros Sísmicos Potenciales				Nivel 2 (Opcional)	
Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154				ALTA SISMICIDAD	
La recolección de datos del Nivel Opcional 2 debe ser desarrollada por un profesional de ingeniería o arquitectura, o un estudiante con conocimientos en evaluación sísmica o diseño de edificaciones.					
Nombre edificación: Almacenes Cotopaxi		Puntaje Final Nivel 1: SL1 = 0,9		(no considerar Smin)	
Evaluador: Erazo A., Salgado R.		Modificadores de Irregularidad Nivel 1: Irregularidad en elevación, VL1 = -0,8		Irregularidad en planta, PL1 = 0,0	
Fecha/Hora: 11/07/2016 : 16h30		PUNTAJE AJUSTADO BASE: S' = (SL1 - VL1 - PL1) = 1,7			
MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA SER CONSIDERADOS EN EL PUNTAJE AJUSTADO BASE					
Tema	Aspecto (si es verdadero, encerrar en un círculo el modificador "SI", caso contrario tachar el modificador.)	SI	Subtotales		
Irregularidad en elevación, VL2	Terreno en pendiente	Edificación W1: Existe al menos un piso de diferencia de nivel entre un lado de la edificación con respecto al otro.	-1,2		
		Edificación no W1: Existe al menos un piso de diferencia entre un lado de la edificación con respecto al otro.	-0,3		
	Piso débil y/o piso blando (encerrar máximo uno)	Edificación W1 con paredes cortas de entramado de madera: es visible este tipo de pared no arriostrada en el espacio dejado.	-0,6		
		Casa W1 con espacio ocupado sobre el garaje: Por debajo un piso ocupado, existe un espacio para garage sin un pórtico de acero resistente a momento, y existe menos de 20 cm de pared en la misma línea (para múltiples pisos ocupados por encima, usar como mínimo 40,6 cm de pared)	-1,2		
		Edificación W1A con abertura frontal: Existen aberturas en la planta baja (como parqueaderos) sobre al menos el 50% de la longitud de la edificación.	-1,2		
		Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor que el 50% que el piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior.	-0,4		
	Discontinuidad	Edificación no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso se encuentra entre el 50% y 75 % que el piso superior o la altura de cualquier piso está entre 1.3 y 2.0 veces la altura del piso superior.	-0,5		
		Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están desplazados de aquellos en el piso inferior causando que el diafragma de piso trabaje en voladizo.	-1,0		
		Los elementos verticales del sistema lateral en pisos superiores están desalineados con aquellos en pisos inferiores.	-0,5		
	Columnas cortas	Existe una discontinuidad en el plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de estos elementos.	-0,3		
C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo del eje de columna en el sistema lateral tienen relaciones altura/profundidad menores al 50% de la relación nominal altura/profundidad en ese nivel.		-0,5			
Nivel desplazado	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La profundidad de la columna (o ancho de pilares) es menor que la mitad de la profundidad del antepecho, o existen paredes de relleno o pisos adyacentes que cortan a la columna.	-0,5			
	Existe un nivel desplazado en una de las plantas o en el techo.	-0,5			
	Otra irregularidad	Se observa otra irregularidad severa en elevación que obviamente afecta al desempeño sísmico de la edificación.	-1,0		
		Se observa otra irregularidad moderada en elevación que pueda afectar al desempeño sísmico de la edificación.	-0,5		
Irregularidad en planta, PL2	Irregularidad torsional: El sistema lateral no aparece relativamente bien distribuido en planta en una o en ambas direcciones. (No se incluye la abertura frontal del W1A mencionada anteriormente.)	-0,7			
	Sistemas no paralelos: Existen uno o más elementos verticales grandes del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	-0,4			
	Esquina reentrante: Ambas proyecciones de la esquina interior excede el 25% de toda la dimensión en planta en esa dirección.	-0,4			
	Abertura de diafragma de piso: Existe una abertura en el diafragma de piso con un ancho mayor al 50% del ancho total del diafragma en ese nivel.	-0,2			
	Discontinuidad fuera del plano en Edificaciones C1, C2: Las vigas exteriores no están alineadas con las columnas en planta.	-0,4			
Redundancia	Otra irregularidad: Se observa otra irregularidad en planta que obviamente afecta al desempeño sísmico de la estructura.	-0,7			
	La edificación tiene al menos dos vanos con elementos laterales en cada lado de la edificación en cada dirección.	-0,5			
Golpeteo	La edificación está separada de la estructura adyacente por menos del 1% de la altura la edificación más baja y estructura adyacente y:	-1,0			
	Los pisos no se alinean verticalmente por más de 61 cm. Una edificación es 2 o más pisos más alta que la otra. La edificación está al final del bloque o manzana.	-1,0			
Edificación S2	Es visible una geometría K de arriostramiento.	-1,0			
Edificación C1	Placas planas sirven como vigas en el pórtico resistente a momento.	-0,4			
Edificación PC1/RM1	Existen uniones techo-pared que son visibles o que no están sujetos a flexión transversal según planos (No se combina con modificadores de Post-Referencia o de Reeducación)	+0,3			
Edificación PC1/RM2	La edificación está estrechamente espaciada, paredes interiores de altura completa (preferible que un espacio interior con pocas paredes como en una bodega.)	+0,3			
URM	Paredes triangulares (gable walls) presentes.	-0,4			
MH	Existe un sistema de arriostramiento sísmico adicional previsto entre el suelo y la vivienda	+1,2			
Reeducación	Una reeducación o un reacondicionamiento exhaustivo es visible o se conoce por los planos dados.	+1,4			
PUNTAJE FINAL NIVEL 2, SL2 = (S' + VL2 + PL2 + M) ≥ Smin:		1,2	(Transferir al formulario del Nivel 1)		
Se observa algún daño o deterioro u otra condición que afecta negativamente al desempeño sísmico de la edificación: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO					
Si es afirmativo, describir la condición en la sección posterior de comentarios e indicar en el formulario del Nivel 1 si una evaluación detallada es requerida independiente del puntaje de la edificación.					
PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES:					
Ubicación	Aspecto (Chequear "SI" o "NO")	SI	NO	Comentario	
Exterior	Existe un antepecho de mampostería no reforzada no arriostrada o una chimenea de mampostería no reforzada		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Existen revestimientos pesados		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Existe un techado pesado sobre puertas de salida o pasillos peatonales que parecen estar soportados inadecuadamente.		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Existe un anexo de mampostería no reforzada sobre puertas de salida o pasillos peatonales.		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Existe un aviso colocado en la edificación que indica que hay materiales peligrosos presentes		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Existe una edificación adyacente más alta con una pared URM no anclada o un antepecho o chimenea URM no arriostrados.		<input checked="" type="checkbox"/>		
Interior	Otro peligro exterior observable no estructural que pueda caer.		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Existen tejas de arcilla o tabiques de ladrillo en gradas o corredores de salida.		<input checked="" type="checkbox"/>		
Desempeño Sísmico No Estructural Estimado (Chequear el recuadro apropiado y transferirlo a las conclusiones del formulario del Nivel 1)					
<input type="checkbox"/> Peligros potenciales no estructurales con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada recomendada					
<input type="checkbox"/> Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa a la seguridad de vida de los ocupantes → Pero Evaluación No Estructural Detallada no requerida					
<input checked="" type="checkbox"/> Peligros no estructurales menores o inexistentes que amenacen a la seguridad de vida de los ocupantes → Evaluación No Estructural Detallada no requerida					
Comentarios: Es una edificación con estructuración de acero, que tiene un modificador estructural debido a la presencia de una irregularidad (piso débil).					

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1. TIPOS DE ESTRUCTURAS EVALUADAS:

A continuación se detalla el número de edificaciones totales evaluadas y la tipología según la metodología FEMA P-154:

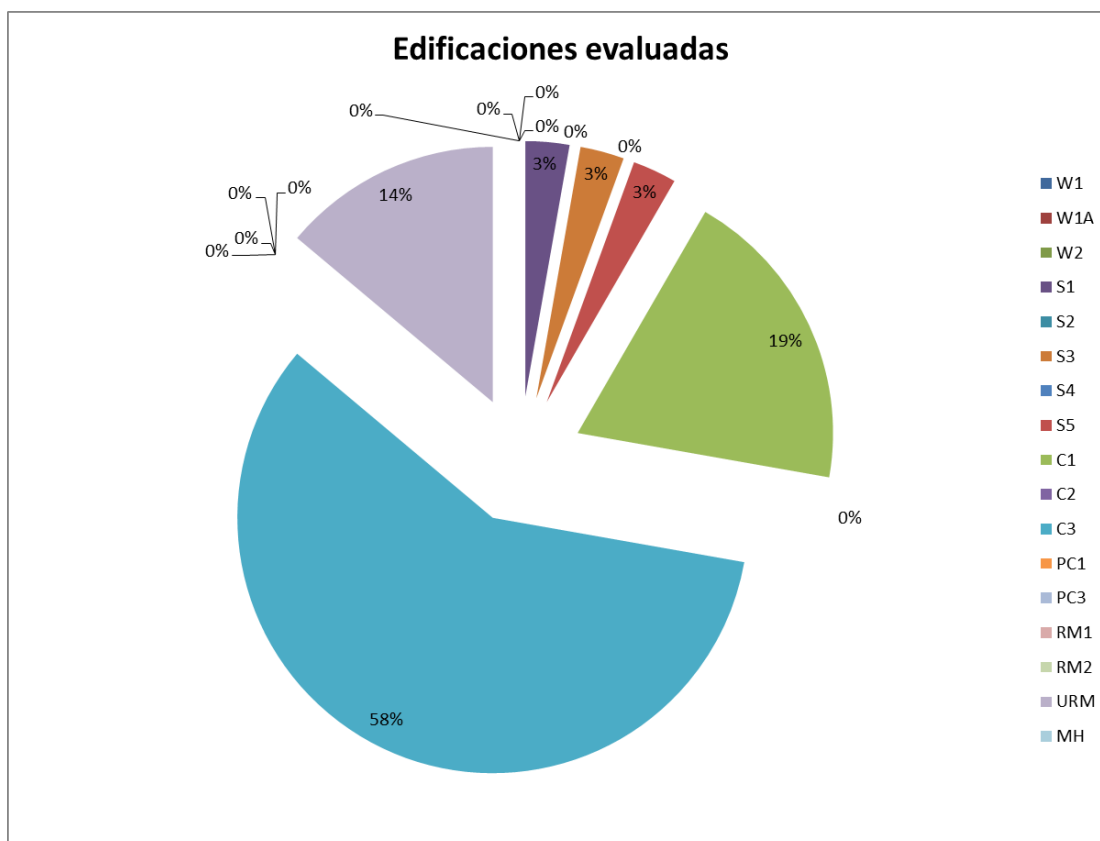


Gráfico 4.1. Porcentaje de Tipos de las Edificaciones Evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

TIPO DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS			
	Tipo	N°	%
N° de edificaciones evaluadas		36	
Viviendas multifamiliares con pórticos livianos de madera de uno o varios pisos de altura (W1)	W1	0	0,00%
Edificaciones residenciales múltiples con pórticos livianos de madera que abarcan por cada piso áreas en planta mayores a 914,4 m2 (W1A)	W1A	0	0,00%
Edificaciones comerciales e industriales con pórticos de madera que abarcan por cada piso áreas en planta mayores a 1.524 m2 (W2)	W2	0	0,00%
Edificaciones con pórticos de acero resistentes a momento (S1)	S1	1	2,78%
Edificaciones con pórticos arriostrados de acero (S2)	S2	0	0,00%
Edificaciones de metal liviano (S3)	S3	1	2,78%
Edificaciones con pórticos de acero y muros de corte fundidos en sitio (S4)	S4	0	0,00%
Edificaciones con pórticos de acero y paredes de mampostería sin refuerzo (S5)	S5	1	2,78%
Edificaciones con pórticos de hormigón resistentes a momento (C1)	C1	7	19,44%
Edificaciones de hormigón con muros de corte (C2)	C2	0	0,00%
Edificaciones con pórticos de hormigón y paredes de mampostería sin refuerzo (C3)	C3	21	58,33%
Edificaciones 'tilt-up', construcción con paneles de hormigón fundidos en sitio (PC1)	PC1	0	0,00%
Edificaciones de hormigón prefabricado (PC2)	PC3	0	0,00%
Edificaciones de mampostería reforzada con diafragmas de piso flexibles (RM1)	RM1	0	0,00%
Edificaciones de mampostería reforzada con diafragmas de piso rígidos (RM2)	RM2	0	0,00%
Edificaciones de paredes portantes no reforzadas (URM)	URM	5	13,89%
Viviendas prefabricadas (MH)	MH	0	0,00%
TOTAL		36	100%

Tabla 4.1. Tipo de las Edificaciones Evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Utilizando la metodología de Evaluación Visual Rápida de Estructuras (FEMA P-154) se logró distinguir seis tipos de sistemas estructurales utilizados en construcciones en la zona de evaluación, siendo la más utilizada la tipo C3 (Edificaciones con pórticos de hormigón y paredes de mampostería sin refuerzo) que corresponde a un 58,33 % del total de las edificaciones evaluadas. El resto de edificaciones (41,67%) son otros tipo de sistemas estructurales que son usados en el medio, pero su tipología dependía en algunos casos del año de construcción y en otros de la ausencia de detallamiento estructural.

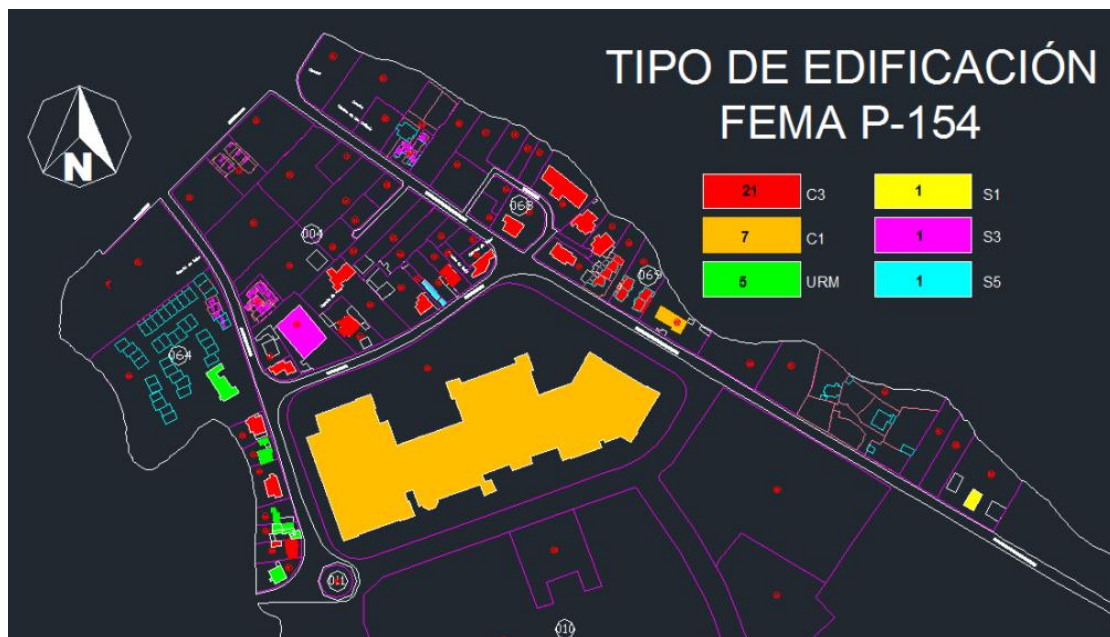


Figura 4.1. Análisis de edificaciones según el tipo. Fuente: Dirección de Avalúos y Catastros del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

4.2. EVALUACIÓN DE IRREGULARIDADES ENCONTRADAS EN LAS ESTRUCTURAS:

Durante la evaluación se detectaron varias irregularidades en las edificaciones tanto en elevación como en planta, así como otras condiciones especiales que señala la metodología FEMA P-154.

IRREGULARIDADES ENCONTRADAS EN LAS EDIFICACIONES EVALUADAS				
		N° veces detectadas	% Irregularidades	% Irregularidades
Irregularidades en Elevación	Terreno en pendiente	1	3,85%	57,69%
	Piso blando/piso débil	1	3,85%	
	Discontinuidad	7	26,92%	
	Columna corta	1	3,85%	
	Nivel desplazado	1	3,85%	
	Otra irregularidad	4	15,38%	
Irregularidades en Planta	Irregularidad torsional	0	0,00%	15,38%
	Sistemas no paralelos	2	7,69%	
	Esquina reentrante	1	3,85%	
	Abertura en diafragmas de piso	1	3,85%	
	Vigas no alineadas con columnas	0	0,00%	
	Otra irregularidad	0	0,00%	
Otras condiciones	Redundancia	0	0,00%	0,00%
	Golpeteo	5	19,23%	19,23%
Edificación S2	Es visible arriostramiento en K	0	0,00%	0,00%
Edificación C1	Placas planas como viga efectiva	1	3,85%	3,85%
Edificaciones PC1/RM1	Unión techo-pared	0	0,00%	0,00%
Edificaciones PC1/RM2	Paredes de altura interior completa	0	0,00%	0,00%
URM	Paredes triangulares	1	3,85%	3,85%
Readecuación	Readecuación sísmica completa	0	0,00%	0,00%
TOTAL		26	100,00%	

Tabla 4.2. Irregularidades Encontradas en las Edificaciones Evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

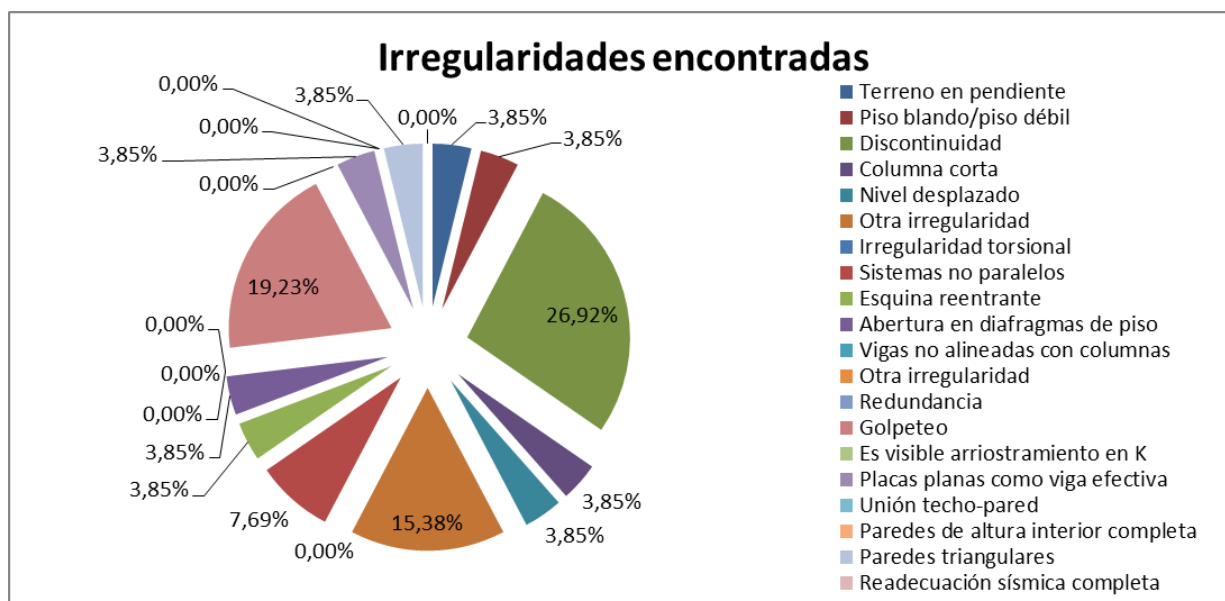


Gráfico 4.2. Porcentaje de las irregularidades encontradas en las edificaciones evaluadas según su tipo. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

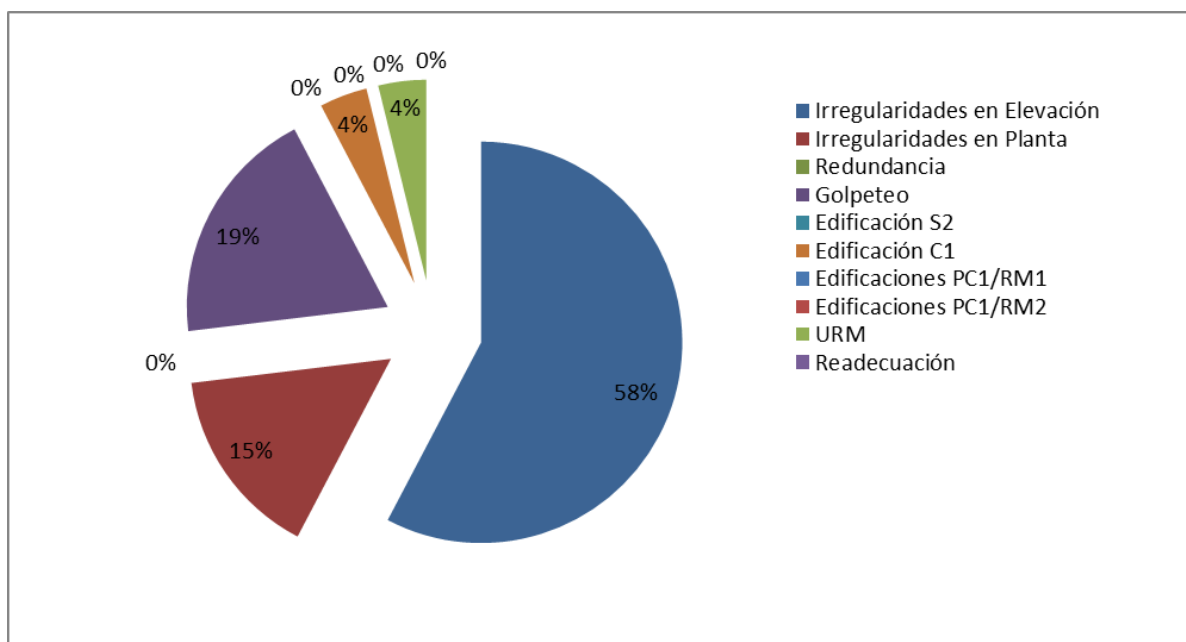


Gráfico 4.3. Porcentaje de las irregularidades encontradas en las edificaciones evaluadas según su tipo, tomando en consideración de forma general las irregularidades en planta y en elevación. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Las irregularidades evaluadas más frecuentes fueron en elevación, con un 59,26%, siendo la más habitual la de discontinuidad, ya sea en el plano o por desplazamiento y desalineación de los elementos verticales de los pisos superiores con respecto a los inferiores (25,93%).

Se ha observado que la discontinuidad en los elementos verticales de las estructuras ha producido grandes daños antieconómicamente reparables y hasta el colapso de edificaciones que presentaban este tipo de irregularidad durante eventos sísmicos pasados, el cambio de rigidez, resistencia y ductilidad a distinto nivel de la edificación combinado con grandes masas puede generar una mala respuesta estructural ante un sismo.

La mayoría de ocasiones en las que se presentó la irregularidad de discontinuidad en elevación fue en edificaciones que fueron ampliadas informalmente, sin ningún tipo de elemento de soporte lateral, es decir que solo se trataba de paredes portantes levantadas sin ningún tipo de técnica o diseño apropiado.

También se encontraron irregularidades en planta (14,81%), siendo la más recurrente en las edificaciones la de 'sistemas no paralelos' (7,41% del total de las edificaciones) y las esquinas reentrantes con un 3.70 %. Estos tipos de irregularidades tienden a producir

variación de rigidez y desviaciones diferenciales de desplazamiento de las partes del edificio, provocando concentración de esfuerzos en las esquinas reentrantes.

En el caso de algunas irregularidades encontradas se desconoce si se llevó a cabo durante el diseño la consideración de requerimientos adicionales de detalle para satisfacer estructuralmente la presencia de estas irregularidades, para determinar si se consideraron estos requerimientos sería necesario contar con los planos estructurales de la edificación, documentos a los que lastimosamente no se tuvo acceso.

Además se halló que la condición especial más frecuente que modifica el Puntaje Básico de las Estructuras según la Metodología FEMA P-154, es la de 'golpeteo', que causa problemas en estructuras adyacentes que no tienen la separación adecuada.

La falla por golpeteo fue también muy común en las edificaciones contando con un total de 18% en donde no existía una separación mínima de 3,8 cm por piso como establece el FEMA P-154, entre las edificaciones adyacentes, ya que en el momento del sismo van a tener vibraciones distintas y desplazamientos que pueden generar choque entre las estructuras, especialmente cuando exista diferencia de alturas de entrepiso, debido a que las losas pueden golpear a las partes intermedias de las columnas del edificio adyacente provocando fallas graves.

4.3. PUNTAJE FINAL Y PROBABILIDAD DE COLAPSO DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS:

PUNTAJES FINALES Y PROBABILIDAD DE COLAPSO DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS						
Tipo	Nombre de la edificación	Puntaje Nivel 1	Puntaje Nivel 2	Probabilidad de colapso	Probabilidad %	
C1	Supermaxi 1	1,5	1	1 en 10	10,00	
C1	Sumermaxi 2	1	0,5	1 en 3	31,62	
C1	Patio de Comidas	0,3	1,3	1 en 20	5,01	
C1	Marathon, Juguetón	1,5	1,5	1 en 32	3,16	
C1	Supercines	0,6	1,0	1 en 10	10,00	
C1	De Prati	0,9	0,6	1 en 4	25,12	
C1	La paila Chugchucaras	3,4	2,5	1 en 316	0,32	
URM	Casa Aurelio Sanguano	0,6	0,3	1 en 2	50,12	
URM	Casa Fausto Merino	0,3	0,3	1 en 2	50,12	
URM	Casa José Sanguano	0,3	0,5	1 en 3	31,62	
URM	Casa María Sanguano	0,3	0,3	1 en 2	50,12	
URM	Casa 1 Conjunto Valle Verde	0,6	0,6	1 en 4	25,12	
S3	Chevrolet	2,6	2,6	1 en 398	0,25	
S5	Almacenes Cotopaxi	0,9	1,2	1 en 16	6,31	
S1	Estación de servicio primax	3,5	3,5	1 en 3162	0,03	
C3	Casa Luis Maya	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa Guido Sevilla	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa Byron Miño	1,1	0,6	1 en 4	25,12	
C3	Consulado Grecia	0,6	0,7	1 en 5	19,95	
C3	Galpón Pablo Yépez	1,1	1,1	1 en 13	7,94	
C3	Stil Muebles	1,1	1,1	1 en 13	7,94	
C3	Mapfre Atlas	1,2	1,1	1 en 13	7,94	
C3	Deli Market San Luis	0,4	0,6	1 en 4	25,12	
C3	Casa Hernán Cordovez	0,3	0,6	1 en 4	25,12	
C3	Casa Hilda Proaño	1,1	1,1	1 en 13	7,94	
C3	Casa Espinoza Carlos	0,5	0,7	1 en 5	19,95	
C3	Casa Segundo Larco	0,4	0,8	1 en 6	15,85	
C3	Casa Pablo Ortega	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa 1 Conjunto San Nicolás	1,2	0,7	1 en 5	19,95	
C3	Casa 2 Conjunto San Nicolás	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa 3 Conjunto San Nicolás	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa 4 Conjunto San Nicolás	1,2	0,7	1 en 5	19,95	
C3	Casa 1 Conjunto San Pedro	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa 2 Conjunto San Pedro	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa 3 Conjunto San Pedro	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
C3	Casa 4 Conjunto San Pedro	1,2	1,2	1 en 16	6,31	
					Significado	Baja probabilidad de colapso
						Alta probabilidad de colapso

Tabla 4.3. Puntaje final y Probabilidad de colapso de las Edificaciones Evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

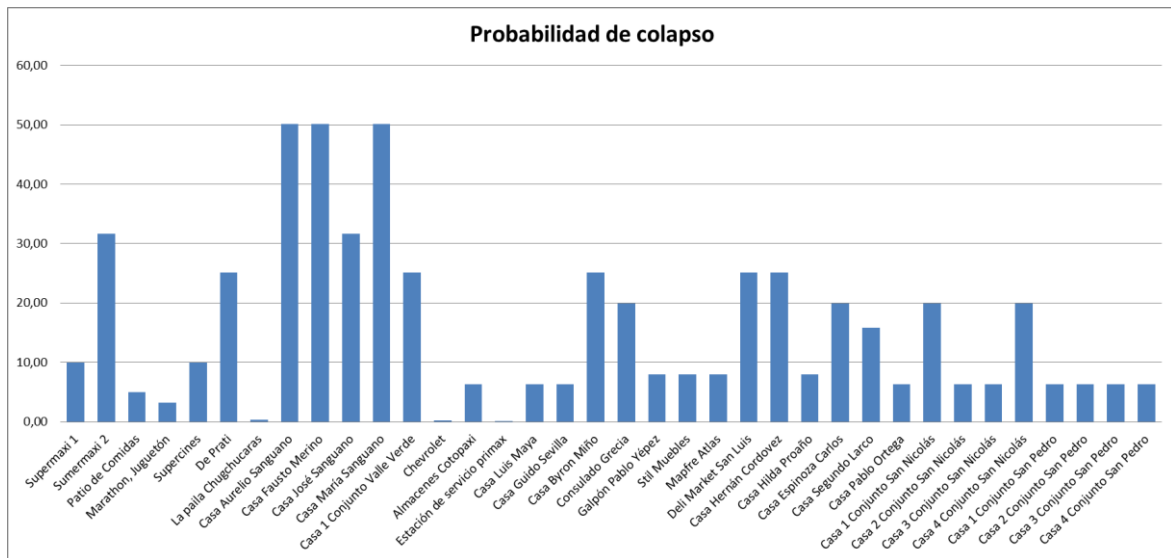


Gráfico 4.4. Probabilidad de colapso de las edificaciones evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

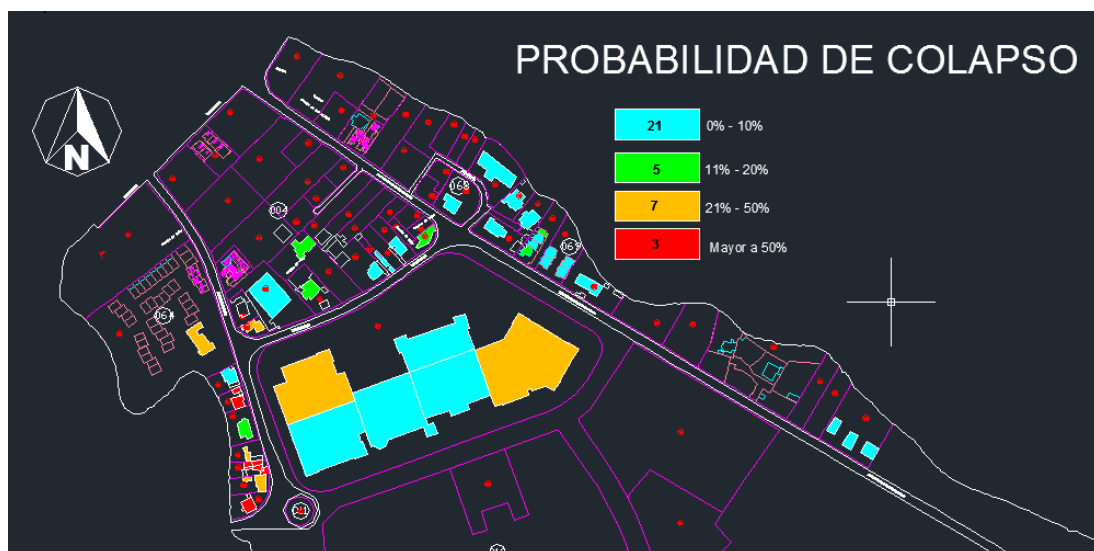


Figura 4.2. Análisis de edificaciones según la probabilidad de colapso. Fuente: Dirección de Avalúos y Catastros del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

De acuerdo a los resultados obtenidos respecto a la Probabilidad de Colapso de las edificaciones evaluadas se concluye que cuatro de estas edificaciones tienen la mayor probabilidad de colapso con un 50,12 % (1 en 2), cabe resaltar que tres de ellas se encuentran en una zona de mayor peligro por encontrarse a pocos metros del Río Santa Clara, y la cuarta estructura con esta alta probabilidad de colapso, se debe a las irregularidades encontradas en la misma, es el caso de la edificación de 'Supercines' perteneciente al Centro Comercial San Luis Shopping.

4.4. INFORMACIÓN ENCONTRADA DE LAS EDIFICACIONES EVALUADAS:

INFORMACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		
N° de edificaciones evaluadas	36	%
DESEMPEÑO SÍSMICO		
N° de edificaciones con adecuado desempeño sísmico	3	8,33%
N° de edificaciones con inadecuado desempeño sísmico	33	91,67%
DATOS CATASTRALES		
N° de edificaciones con información disponible en datos municipales	34	94,44%
N° de edificaciones con información que no constan en datos municipales	2	5,56%
AÑO DE CONSTRUCCIÓN ESTIMADO		
N° de edificaciones construidas en la década de los 60's	1	2,78%
N° de edificaciones construidas en la década de los 70's	0	0,00%
N° de edificaciones construidas en la década de los 80's	0	0,00%
N° de edificaciones construidas en la década de los 90's	6	16,67%
N° de edificaciones construidas en la década de los años 2000	28	77,78%
N° de edificaciones construidas en la década actual	1	2,78%
USO DE LAS EDIFICACIONES		
N° de edificaciones de uso residencial	21	58,33%
N° de edificaciones de uso comercial	11	30,56%
N° de edificaciones de uso industrial	1	2,78%
N° de edificaciones de usos varios	3	8,33%

Tabla 4.4. Información encontrada de las edificaciones evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

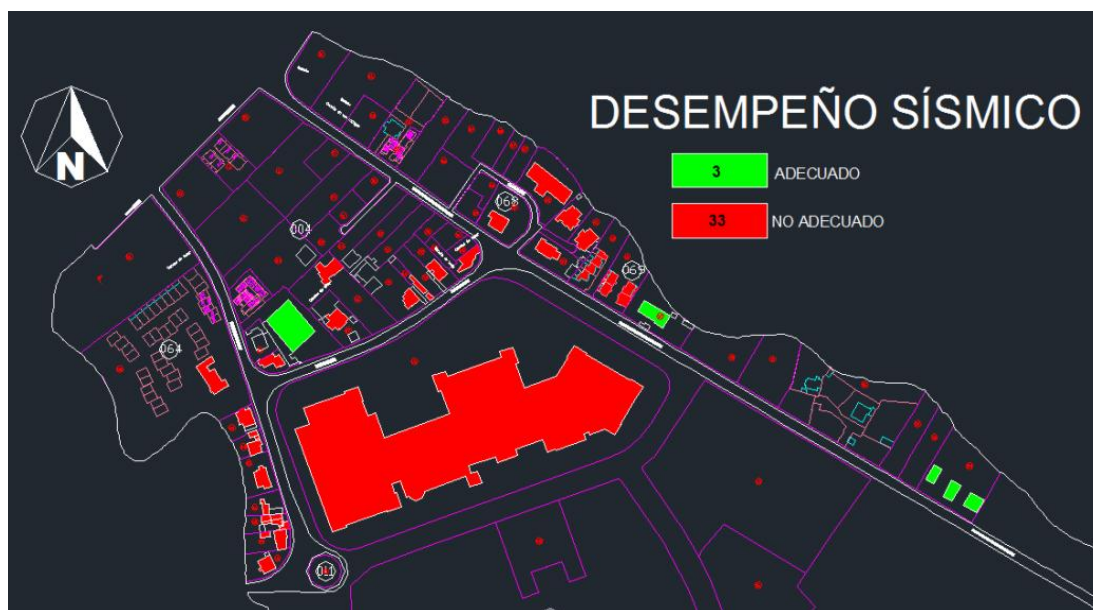


Figura 4.3. Análisis de edificaciones según su desempeño sísmico. Fuente: Dirección de Avalúos y Catastros del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

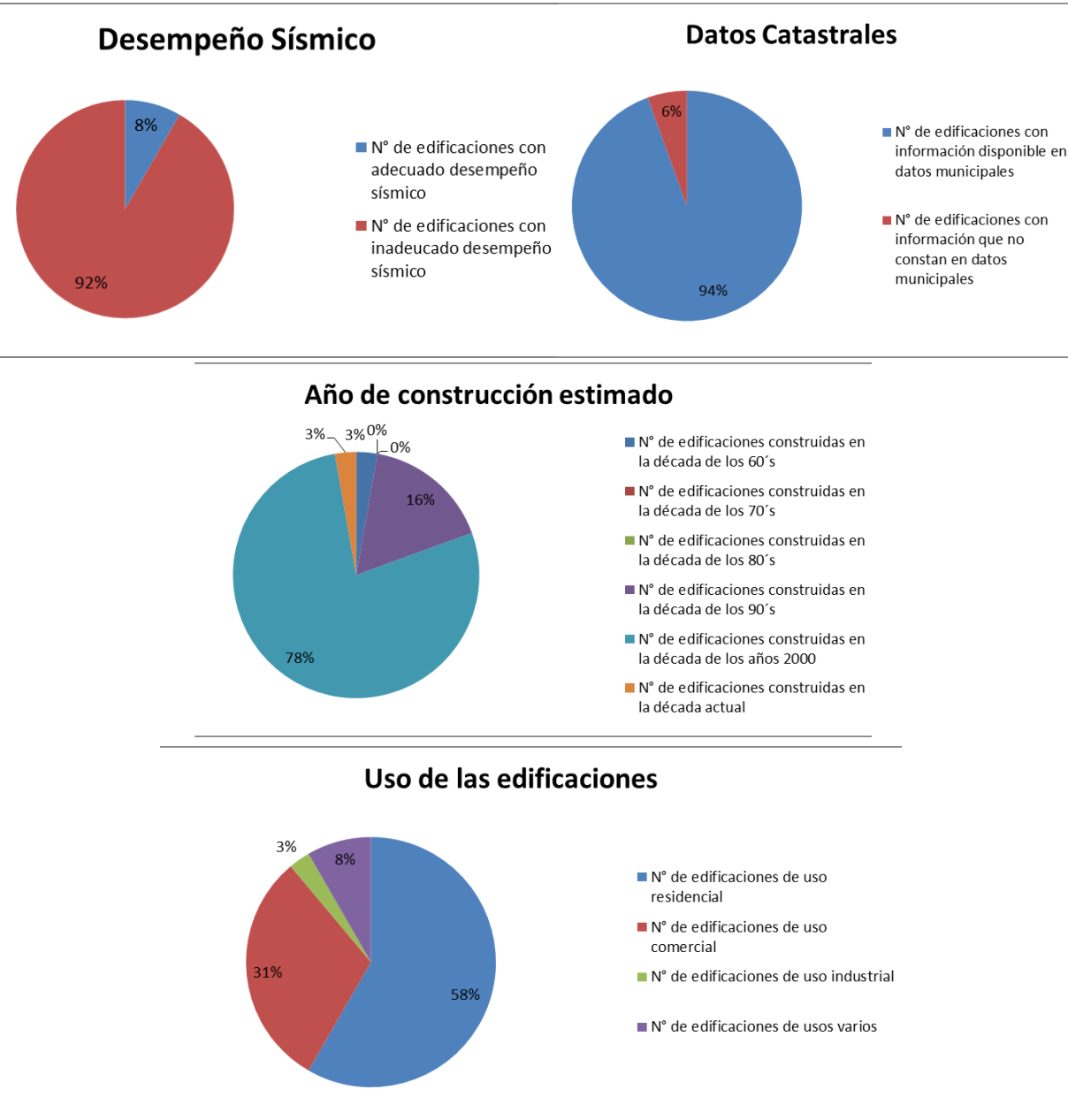


Gráfico 4.5. Información encontrada de las edificaciones evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Según sugieren los autores del FEMA P-154 una probabilidad de colapso aceptable en edificaciones existentes es más o menos equivalente a un valor de S cercano a 2.0, por lo tanto se concluye que el 91,67 % de las edificaciones evaluadas son inadecuadas sísmicamente; lo que implica que ante un evento sísmico de gran magnitud la zona de evaluación se convertiría en una zona de desastre y por ende en un sector prioritario para una Gestión de Riesgos urgente por parte de las autoridades correspondientes.

Según el año de construcción estimado de las edificaciones, la mayoría de estas fueron construidas en la década de los años 2000 (77,78% del total de edificaciones evaluadas); desde entonces las técnicas de diseño y construcción han mejorado y la Normativa respectiva se ha actualizado según nuevas investigaciones realizadas.

Aunque se ha establecido la zona de evaluación como una Zona de Riesgo, el uso de las edificaciones en el sector que se repite con mayor frecuencia es el de uso residencial con el 58,33% del total de las edificaciones evaluadas.

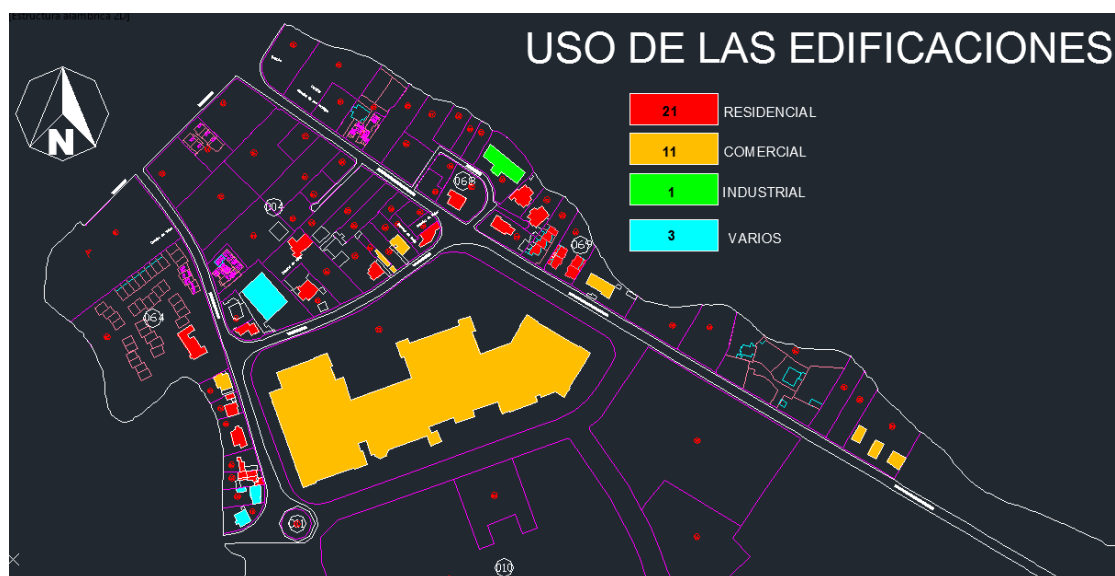


Figura 4.4. Análisis de edificaciones según su uso. Fuente: Dirección de Avalúos y Catastros del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Estas observaciones mencionadas en párrafos anteriores indican entonces una falta de control por parte del Municipio en temas de Planificación y Construcción de nuevas edificaciones en Zonas de Riesgo y sin un control adecuado en el Diseño Sismorresistente de las mismas.

Hay que considerar que estas encuestas deben estar dirigidas a instaurar un mejoramiento de ordenanzas que necesitan ser totalmente comprensibles dado el número de edificaciones tomadas y los efectos económicos de políticas que sean significantes para un criterio prioritario en la legislación.

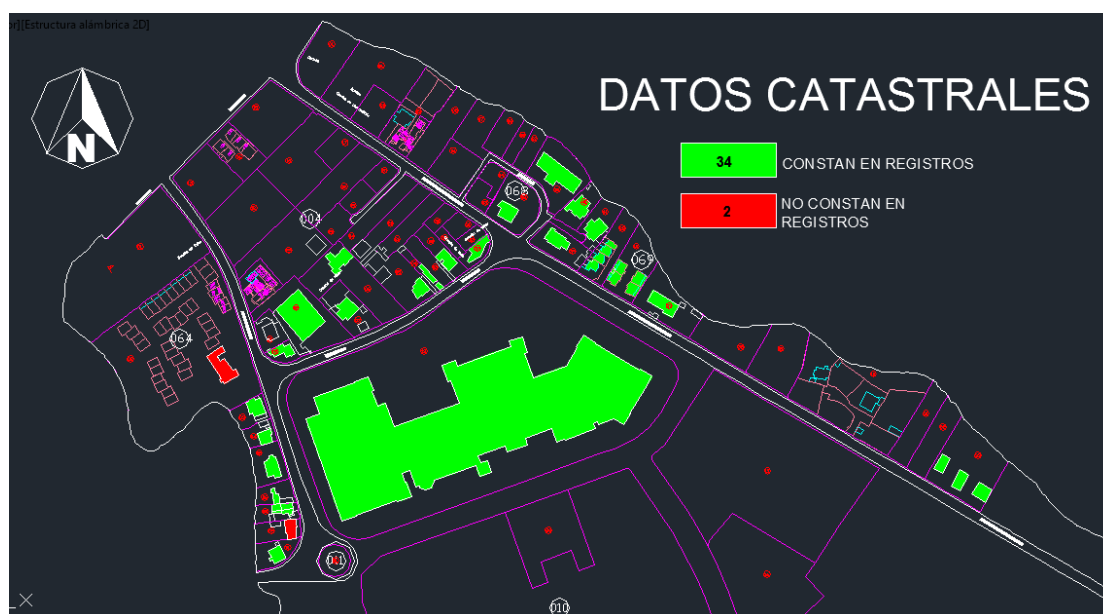


Figura 4.5. Análisis de edificaciones según disponibilidad de datos catastrales. Fuente: Dirección de Avalúos y Catastros del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

4.5. ACCIÓN REQUERIDA:

ACCIÓN REQUERIDA		
N° de edificaciones evaluadas	36	%
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DETALLADA		
Si, tipo de edificación FEMA desconocida u otro tipo de edificación	0	0,00%
Si, puntaje menor que el puntaje límite aceptable	33	91,67%
Si, otros peligros presentes	1	2,78%
No	2	5,56%
EVALUACIÓN NO ESTRUCTURAL		
Si, peligros no estructurales identificados que deberían ser evaluados	3	8,33%
No, existen peligros no estructurales que requieren de mitigación, pero no es necesaria una evaluación detallada	18	50,00%
No, no se han identificado peligros no estructurales	15	41,67%

Tabla 4.5. Acción requerida en las edificaciones encontradas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

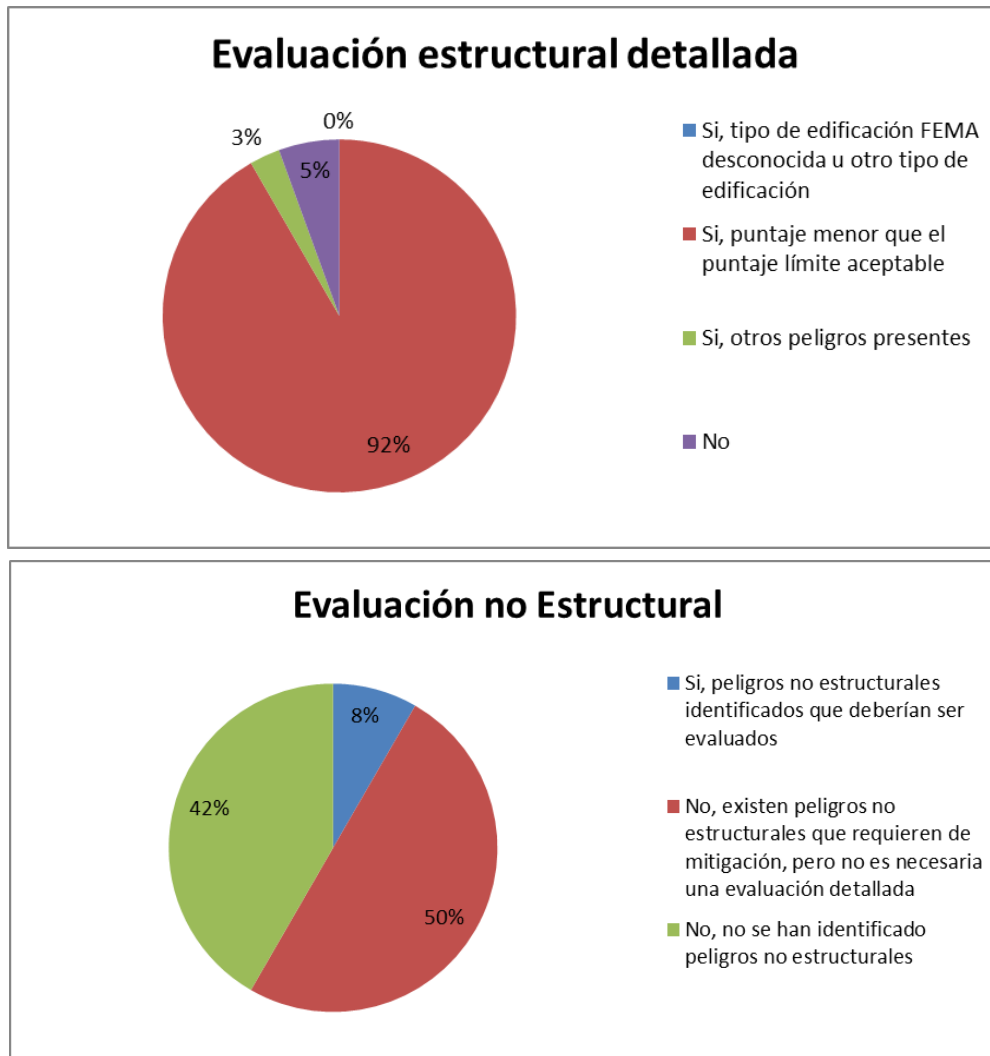


Gráfico 4.6. Acción requerida en las edificaciones evaluadas. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

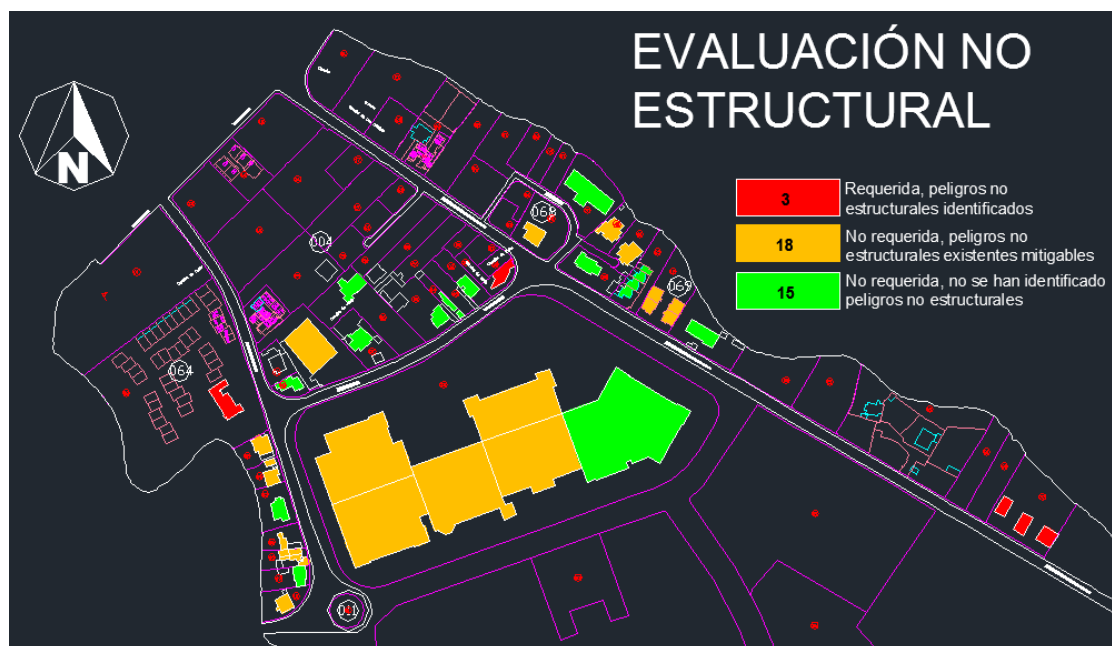


Figura 4.6. Análisis de edificaciones según la evaluación no estructural. Fuente: Dirección de Avalúos y Catastros del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Según los datos obtenidos y expuestos en el gráfico anterior, en el 91,67 % de las edificaciones encontradas en la zona de evaluación se requiere de una Evaluación Estructural Detallada, que puede ser dirigida por un experto en Evaluación Sísmica o por una entidad gubernamental o estatal encargada de estos temas. Muchas veces basándose en una evaluación más detallada, muchas de las edificaciones identificadas con Riesgo Sísmico mediante la metodología RVS podrían probar ser adecuadas.

Muchos tipos de daños pueden ocurrir en las edificaciones debido a un terremoto, los daños pueden ser divididos en dos categorías: estructurales y no estructurales; ambos pueden ser muy peligrosos para los habitantes de dichas edificaciones.

Los daños estructurales significan una degradación de los sistemas estructurales de soporte de las edificaciones (ejemplo: sistemas de resistencia de fuerzas verticales y laterales) como pueden ser pórticos o paredes.

Los daños no estructurales se refieren a cualquier daño que no afecte a la integridad de los sistemas estructurales de soporte. Estos daños pueden ser el colapso de chimeneas, ventanas rotas, o techos caídos. Durante la evaluación se determinó que el 50 % de las estructuras no requieren de una evaluación no estructural detallada,

El grado del daño que se puede esperar es muy complejo y dependerá del tipo de estructura, la edad de la construcción, su configuración, los materiales de construcción

utilizados, las condiciones del suelo, la proximidad de la edificación a otras colindantes y el tipo de elementos no estructurales. El daño en la estructura está relacionado con la duración y severidad del movimiento telúrico. Además los daños en las edificaciones pueden ser causados por una falla en el suelo y por lo tanto una degradación en la cimentación de la edificación, incendios o tsunamis; estos son daños indirectos.

Generalmente, mientras más lejos se encuentre el epicentro del terremoto menos severo será el movimiento del suelo. La resonancia de la frecuencia de la edificación con la amplificación de la frecuencia del movimiento de la tierra juega un rol muy importante en el comportamiento sísmico de la estructura.

Cada edificación tiene sus propias características vibratorias que dependen de la altura y tipo de la estructura, así mismo, cada terremoto tienen sus características vibratorias que dependen de la geología del sitio, de la distancia de la fuente y el tipo de mecanismo de la fuente del terremoto. (FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, 2015).

4.6. COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE LAHARES DESPUÉS DE UNA POSIBLE ERUPCIÓN VOLCÁNICA:

De los datos obtenidos en campo y de la investigación realizada se puede comparar entre las cotas reales del terreno en la zona de evaluación y los niveles a los que los lahares probablemente lleguen según los estudios mencionados anteriormente.

- Río Santa Clara:

La cota tomada en un punto al inicio del recorrido del cauce del río en la zona de evaluación es de 2482 m.s.n.m. y las investigaciones pronostican una altura máxima de lahares de entre 2 y 4 metros. Si se considera que la cota del río varía a lo largo de su cauce se estima que en la zona de evaluación (San Luis Shopping) la afectación sería *parcialmente inundada*.

- Río Pita:

La cota tomada en un punto al inicio del recorrido del cauce del río en la zona de evaluación es de 2488 m.s.n.m. (Estación de Servicio Primax) y las investigaciones pronostican una altura máxima de lahares de entre 4 y 7 metros. Si se considera que la cota del río varía a lo largo de su cauce se estima que en la zona de evaluación (San Luis Shopping) la afectación sería *inundada*.

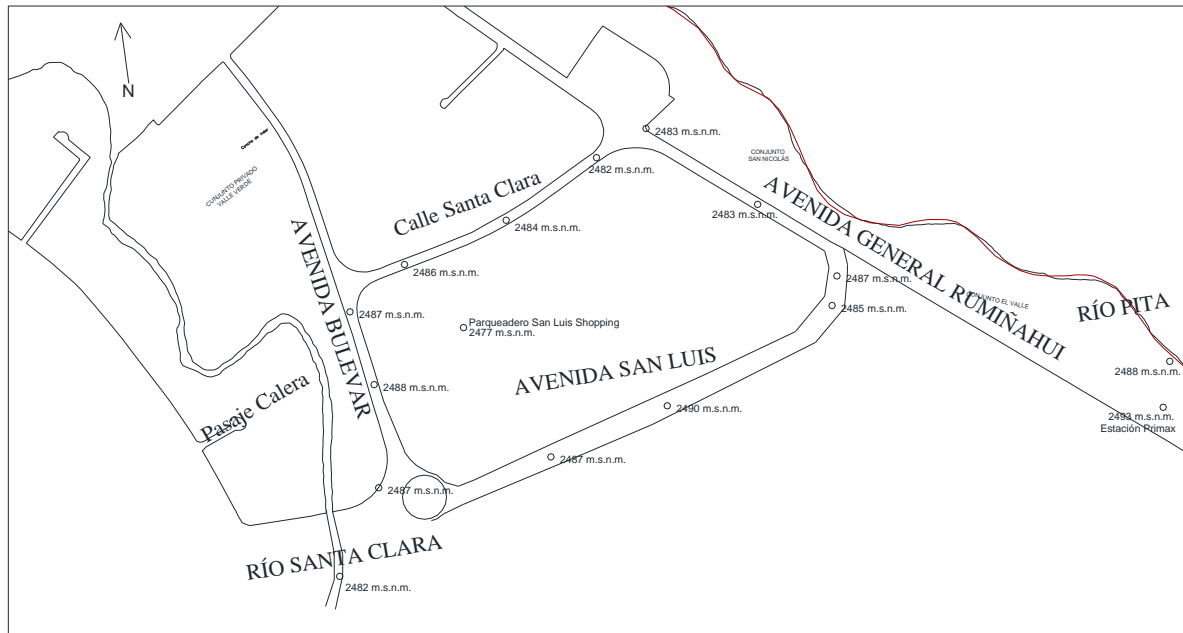


Figura 4.7. Cotas tomadas en la zona de evaluación. Fuente: Dirección de Planificación del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

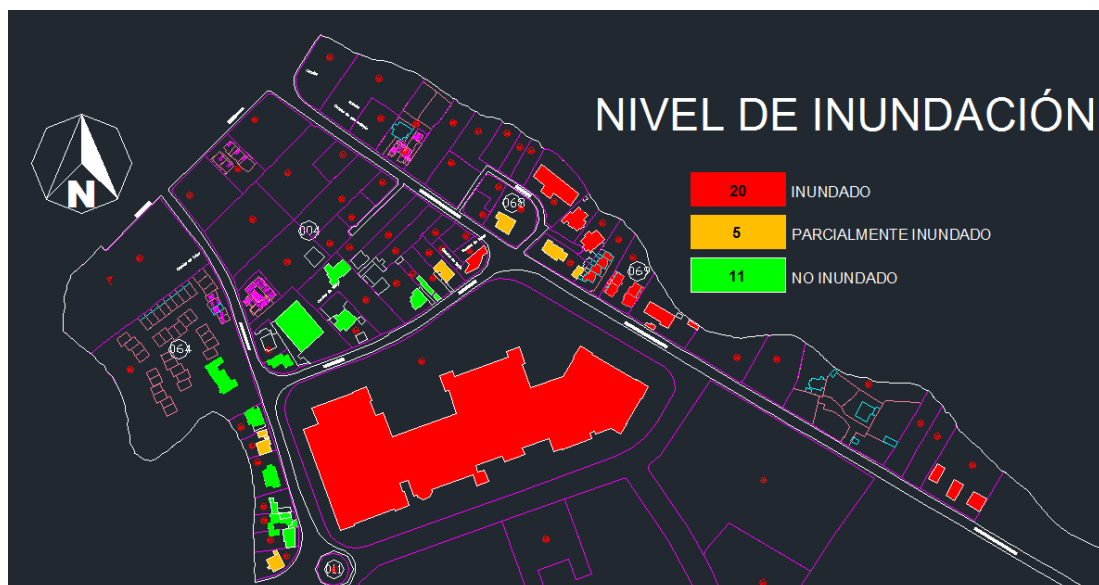


Figura 4.8. Análisis de edificaciones según el nivel de inundación. Fuente: Dirección de Avalúos y Catastros del GADMUR, obtenido en Mayo 2016. Editado por: Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

En la siguiente tabla se detalla las cotas a las que cada edificación evaluada se encuentra la comparación con los niveles máximos que alcanzarían los posibles lahares volcánicos tras el peor escenario de erupción (3 ó 4) con volúmenes que oscilarían entre 30 y 100 millones de metros cúbicos.

VULNERABILIDAD ANTE POSIBLES LAHARES VOLCÁNICOS									
Tipo	Nombre de la edificación	Cota inferior edificación (m.s.n.m.)	Cota Río Santa Clara (m.s.n.m.)	Cota Río Pita (m.s.n.m.)	Cota máxima con lahar Río Santa Clara (m.s.n.m.)	Cota máxima con lahar Río Pita (m.s.n.m.)	Nivel de Inundación por Río Santa Clara	Nivel de Inundación por Río Pita	Conclusión
C1	Supermaxi 1	2477	2481	-	2485	-	8		Inundado
C1	Supermaxi 2	2477	2481	-	2485	-	8		Inundado
C1	Patio de Comidas	2477	2481	-	2485	-	8		Inundado
C1	Marathon, Juguetón	2477	2481	-	2485	-	8		Inundado
C1	Supercines	2477	2480	-	2484	-	7		Inundado
C1	De Prati	2477	-	2480	-	2487		10	Inundado
C1	La paila Chugchucaras	2480	-	2480	-	2487		7	Inundado
URM	Casa Aurelio Sanguano	2484	2480	-	2484	-	0		No Inundado
URM	Casa Fausto Merino	2484	2481	-	2485	-	1		Parcialmente Inundado
URM	Casa José Sanguano	2484	2480	-	2484	-	0		No Inundado
URM	Casa María Sanguano	2483	2480	-	2484	-	1		Parcialmente Inundado
URM	Casa 1 Conjunto Valle Verde	2486	2479	-	2483	-	-3		No Inundado
S3	Chevrolet	2486	2479	-	2483	-	-3		No Inundado
S5	Almacenes Cotopaxi	2484	2479	-	2483	-	-1		No Inundado
S1	Estación de servicio Primax	2493	-	2488	-	2495		2	Inundado
C3	Casa Luis Maya	2480	-	2478	-	2485		5	Inundado
C3	Casa Guido Sevilla	2483	-	2477	-	2484		1	Parcialmente Inundado
C3	Casa Byron Miño	2483	-	2477	-	2484		1	Parcialmente Inundado
C3	Consulado Grecia	2485	2479	-	2483	-	-2		No Inundado
C3	Galpón Pablo Yépez	2480	-	2477	-	2484		4	Inundado
C3	Stil Muebles	2487	2479	-	2483	-	-4		No Inundado
C3	Mapfre Atlas	2484	-	2477	-	2484		0	No Inundado
C3	Deli Market San Luis	2487	2481	-	2485	-	-2		No Inundado
C3	Casa Hernán Cordovez	2486	2479	-	2483	-	-3		No Inundado
C3	Casa Hilda Proaño	2483	-	2477	-	2484		1	Parcialmente Inundado
C3	Casa Espinoza Carlos	2482	-	2477	-	2484		2	Inundado
C3	Casa Segundo Larco	2488	2480	-	2484	-	-4		No Inundado
C3	Casa Pablo Ortega	2479	-	2477	-	2484		5	Inundado
C3	Casa 1 Conjunto San Nicolás	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado
C3	Casa 2 Conjunto San Nicolás	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado
C3	Casa 3 Conjunto San Nicolás	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado
C3	Casa 4 Conjunto San Nicolás	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado
C3	Casa 1 Conjunto San Pedro	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado
C3	Casa 2 Conjunto San Pedro	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado
C3	Casa 3 Conjunto San Pedro	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado
C3	Casa 4 Conjunto San Pedro	2481	-	2479	-	2486		5	Inundado

Tabla 4.6. Vulnerabilidad de las edificaciones ante posibles lahares volcánicos. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Según el Mapa Regional de Peligros Volcánicos Potenciales del Volcán Cotopaxi Zona Norte, elaborado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional en el año 2004, se establece que la zona de evaluación del presente trabajo se encuentra en la **Zona de mayor peligro**, donde existe una alta probabilidad de que sea afectada por flujos de lodo y escombros en caso de una erupción moderada a grande. (Hall, Mothes, Samaniego, Yepes, & Andrade, 2004).

Se debe enfatizar que en cualquier erupción volcánica futura es imposible indicar con anterioridad los límites precisos del alcance de flujos laháricos, debido al gran número de variables, sobre todo respecto al rumbo y fuerza del flujo en el momento de la erupción.

En caso de que los flujos sean muy grandes, estos podrían desbordar de los cauces de los ríos Santa Clara y Pita y alcanzar extensiones laterales importantes, como se muestra en la figura.

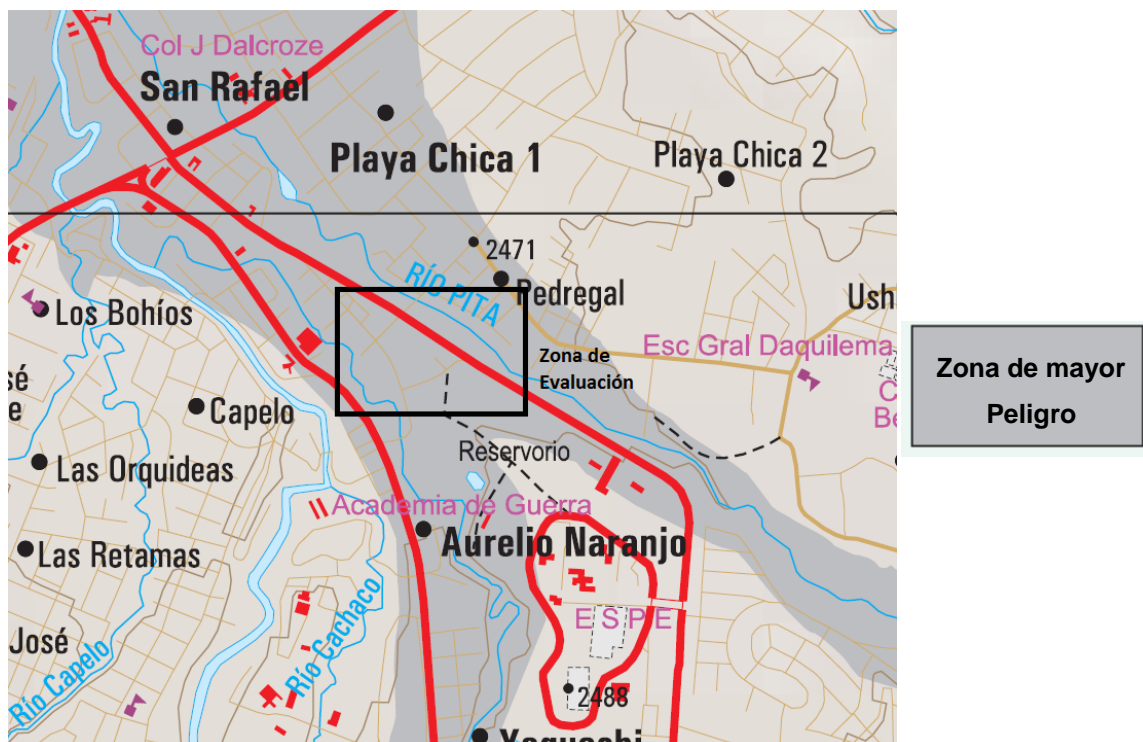


Figura 4.9. Mapa Regional de Peligros Volcánicos Potenciales del Volcán Cotopaxi Zona Norte (Zona de evaluación). Fuente: (Hall, Mothes, Samaniego, Yepes, & Andrade, 2004)

VULNERABILIDAD ANTE LAHARES VOLCÁNICOS		
N° de edificaciones evaluadas	36	%
EDIFICACIONES VULNERABLES		
N° de edificaciones vulnerables	25	69,44%
N° de edificaciones no vulnerables	11	30,56%
NIVEL DE INUNDACIÓN DE LAHARES		
Edificaciones totalmente inundadas	20	55,56%
Edificaciones parcialmente inundadas	5	13,89%
Edificaciones no inundadas	11	30,56%

Tabla 4.7. Vulnerabilidad ante lahares volcánicos. Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

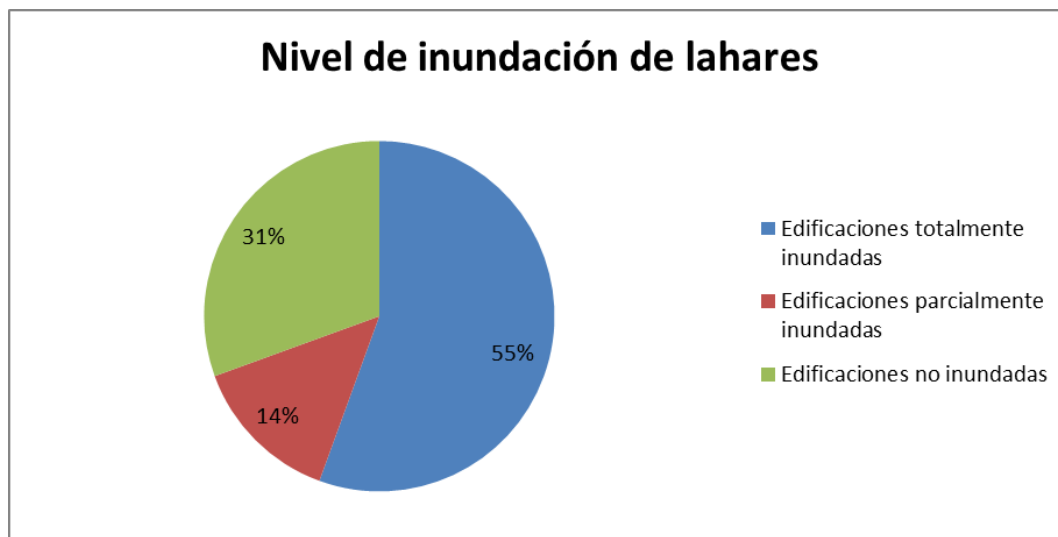
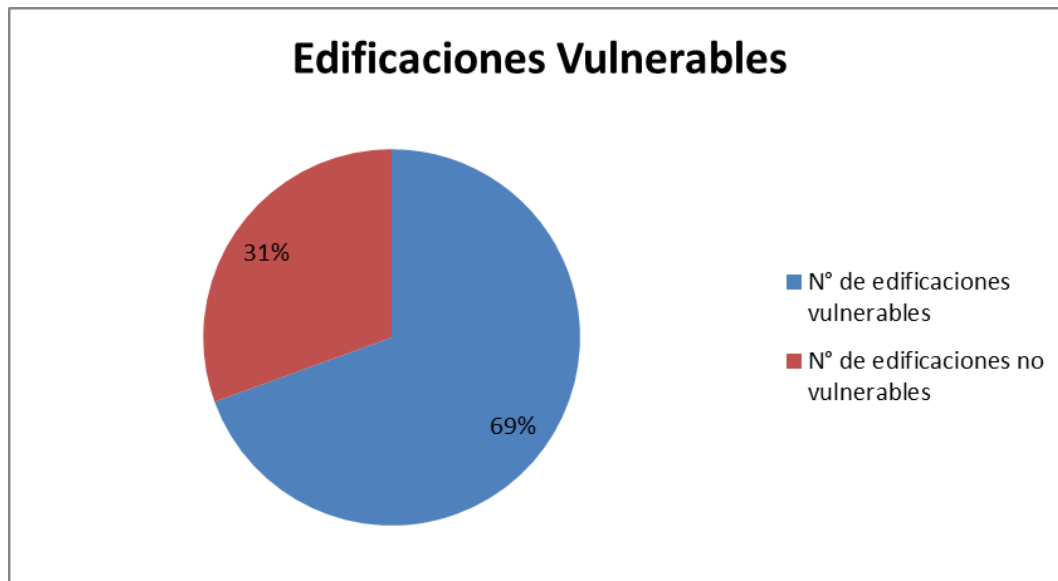


Gráfico 4.7. Influencia de lahares volcánicos en las edificaciones dentro de la zona de evaluación.
Fuente: Elaborado por Ángela Erazo & Raúl Salgado, 2016.

Si se analiza la vulnerabilidad de las estructuras evaluadas ante lahares volcánicos, se concluye que el 69,44 % de las edificaciones son vulnerables. Al comparar el nivel de inundación de lahares que tendrían dichas edificaciones el 69,45 % de ellas tendrían un nivel total o parcial de inundación, y únicamente el 30,55 % no se inundarían, aunque obviamente son susceptibles a otro tipo de daños causados por este fenómeno natural.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Una de las principales razones de realizar una Evaluación Visual Rápida de Edificaciones (RVS) es propugnar por una mayor seguridad sísmica en nuestras comunidades. Una población que no está informada no puede ser capaz de tomar decisiones acerca del riesgo, no se da cuenta el impacto en su calidad de vida que podría causar un terremoto. Reconocer los posibles impactos y tener una planificación para reducir los mismos, sólo puede ser posible cuando está disponible información adecuada, y entender que una Evaluación Visual Rápida de las Edificaciones es el comienzo.
- Es muy importante identificar las audiencias a quienes va dirigido un programa RVS, así los resultados alcanzarán las metas planteadas. Autoridades y funcionarios elegidos, así como profesionales de diseño se beneficiarán no solamente de la ingeniería y resultados técnicos, sino que también sus esfuerzos se reflejarán en la creación de políticas públicas que contribuyan en la elaboración de programas de mitigación e identificación de las necesidades de una comunidad ante una rehabilitación sísmica de sus edificaciones. Otro beneficio para este grupo será la ayuda en la inspección post terremoto de las edificaciones y en el tiempo de recuperación y extracción de víctimas.
- La Evaluación Técnico - Visual Rápida de Estructuras ante Fenómenos Naturales en el Sector de San Rafael realizada en las intersecciones de la Autopista General Rumiñahui, la Av. San Luis y el Bulevar del Centro Comercial San Luis Shopping, dio como resultado un inventario de 36 edificaciones, 6 de ellas pertenecientes al Centro Comercial, una estación de servicio y el resto de edificaciones con usos residenciales y comerciales.
- La mayoría de edificaciones pertenecientes a la zona de evaluación fueron clasificadas de acuerdo a la Metodología FEMA P-154, con el tipo de estructuración C3 (Edificaciones con pórticos de hormigón y paredes de mampostería sin refuerzo), siendo el 58,33% del total de edificaciones evaluadas.
- Las edificaciones cuyo Puntaje Final en el Nivel 2 de Evaluación de acuerdo al Formulario de Recolección de Datos FEMA P-154 sobrepasaron el Nivel Límite Aceptable (Probabilidad de colapso de 1 en 100), y que indica un adecuado desempeño sísmico, fueron 3, que corresponde al 8,33% del total de edificaciones

evaluadas. Estas tres edificaciones tienen sistemas estructurales diferentes que corresponden a los tipos: C1(Edificaciones con pórticos de hormigón resistentes a momento), S1(Edificaciones con pórticos de acero resistentes a momento) y S3 (Edificaciones de metal liviano). Todas ellas son de uso comercial.

- Se determinó que el 8,33% de las edificaciones evaluadas poseen peligros no estructurales y requieren de una evaluación detallada en donde se deben plantear medidas de mitigación.
- La zona de evaluación se encuentra en una zona de riesgo ante una erupción del Volcán Cotopaxi, el mayor riesgo estaría representado por el desbordamiento de los cauces de los ríos Santa Clara y Pita que limitan de Este a Oeste la zona de evaluación, dichos lahares volcánicos perjudicarían al 69,44% de las edificaciones evaluadas por encontrarse en la zona de influencia directa del recorrido de estos flujos de lodo y escombros.
- Es muy importante que en este tipo de evaluaciones (RVS) se tenga el compromiso de toda la comunidad y de las autoridades competentes, en el presente trabajo se presentaron inconvenientes al momento de realizar el levantamiento de información por el limitado acceso al interior de las edificaciones, en muchas de las ocasiones no se pudo constatar de manera precisa los detalles estructurales que presentaban dichas edificaciones por la negativa de los propietarios al ingreso de las mismas.
- Durante esta Evaluación Técnica Visual Rápida de las edificaciones pertenecientes al sector en análisis, se constató que ninguna de ellas tiene ningún tipo de reforzamiento estructural ni una readecuación o reacondicionamiento visible que mejore el desempeño sísmico de las estructuras.
- Según los datos obtenidos en campo y en investigaciones científicas sobre los lahares del volcán Cotopaxi la Estación de Servicio Primax ubicada en el sector de San Rafael se encuentra expuesta a riesgos de inundación por lahares, en la investigación se comparó el nivel actual del Río Pita con el posible nivel que podría alcanzar el flujo de lahares en caso de una erupción, con esta comparación se obtuvo que la estación de servicio quedaría sumergida en los lahares que circularían por el cauce del Río Pita en una altura aproximada de dos metros.
- El ente gubernamental encargado de regular la ubicación y funcionamiento de Estaciones de Servicio en el Ecuador es la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero, la misma que solicita Informes de Factibilidad y Compatibilidad del uso de suelos al Municipio correspondiente en este caso el GADMUR, resulta difícil entender la aprobación de la compatibilidad de uso del suelo en una zona de potencial riesgo por influencia de lahares, cuando el Reglamento Ambiental de

Actividades Hidrocarburíferas especifica que los lugares de almacenamiento de combustible deben estar en zonas no inundables; aunque según la Ordenanza Reformativa a la Ordenanza NO. 001-2014 de Zonificación, Uso y Ocupación del Suelo del GADMUR; el Municipio a través del Departamento de Gestión de Riesgos pudo haber considerado a la zona de ubicación de la estación de servicio en análisis como un Zona de Riesgo Mitigable. Sólo de esta manera se podría justificar que se haya emitido un informe favorable de factibilidad y compatibilidad de uso de suelo para la implantación de la Estación de Servicio Primax en la zona de análisis.

- Los propietarios de las edificaciones y administradores de las instalaciones pueden ser beneficiados con los resultados del procedimiento RVS, con mejores maneras de valoración para reducir la exposición financiera debido a los efectos del evento sísmico en sus edificaciones.
- Los planificadores de proyectos se pueden beneficiar de las encuestas RVS para considerar políticas apropiadas de uso del suelo para construcciones nuevas y existentes. Además el público en general se verá beneficiado con este tipo de investigación al conocer la vulnerabilidad de las edificaciones en sus comunidades, tal vez la mejor propugna para el avance y mejoramiento de la seguridad sísmica.
- Las encuestas de una evaluación visual rápida pueden significar de mucha ayuda en propósitos de estimación de pérdidas, tomando una porción de edificaciones ya evaluadas y extrapolando los datos para realizar proyecciones de vulnerabilidad en toda la comunidad. Además los resultados de estas encuestas son usados usualmente como una indicación que es necesaria una adecuada acción de mitigación sísmica.
- El grado de daños que resulten después de un gran terremoto depende de qué tan bien ha sido diseñada y construida la edificación. En la zona de evaluación la mayoría de edificaciones son de hormigón armado, y no poseen ningún tipo de elementos estructurales laterales que aumenten la redundancia de la estructura y resulten en un adecuado desempeño sísmico. Una de estas estructuras son los muros de corte, a veces usados para proveer de resistencia lateral en el plano del muro, además de los pórticos resistentes a momento. Idealmente, los muros de corte son paredes continuas de hormigón armado que se extienden desde la cimentación hasta la cubierta de la edificación. Estos muros están interconectados con el resto de pórticos, y por eso resisten el movimiento horizontal de una planta respecto a la otra. Los muros de corte también pueden ser contruidos con mampostería reforzada, usando bloques de concreto o ladrillos.

5.2. RECOMENDACIONES:

- De acuerdo a la investigación realizada en el presente trabajo se recomienda que el uso de las encuestas RVS se las haga en defensa de la Seguridad Sísmica. El desarrollo de programas de mitigación generalmente comienza con una síntesis y número de tipos de edificación considerados. Este primer paso es crucial para aumentar el interés y fundamento que una comunidad pueda tener para reducir el riesgo.
- Para una Evaluación Técnico Visual Rápida más precisa de las Edificaciones que conforman El Centro Comercial San Luis Shopping, sería recomendable contar con la colaboración de los propietarios de la edificación para poder disponer de planos estructurales ya que resultó difícil determinar si la estructura contaba con paredes reforzadas, o algún tipo de elementos de soporte lateral adicional a los pórticos resistentes a momento y para el formulario solo se tomaron en cuenta las características visibles haciendo que el puntaje de las edificaciones sea bajo y no alcance el puntaje suficiente para alcanzar un adecuado desempeño sísmico según la metodología FEMA-P154. Solo con la información descrita en los planos se podría conocer si se llevó a cabo durante el diseño la consideración de requerimientos adicionales de detalle para satisfacer estructuralmente las irregularidades de la edificación debido a su variado uso.
- Se recomienda que se realice una base de datos electrónica con información sobre las edificaciones, esto podría ayudar en la adopción de seguridad sísmica proporcionando visibilidad. La información recolectada durante el programa RVS puede ser descargado en Sistemas de Información Geográfica (GIS) y expuesta en informes o presentaciones. Estos inventarios pueden ser de acceso público en la web y buscados para brindar información específica. Generalmente esto requiere de total acuerdo entre los propietarios de las edificaciones y más aún cuando se trata de edificaciones públicas.
- Se recomienda que la Evaluación Visual Rápida de Edificaciones sea aplicada por la Secretaría de Gestión de Riesgos, ya que sería beneficioso el uso de este tipo de inventarios al incorporarlos en sus proyecciones estimadas de pérdidas. Además, las necesidades de instalaciones temporales médicas y de emergencia pueden ser mejor entendidas y establecidas debido a la extensión de edificaciones vulnerables y su impacto en la región afectada.
- Se recomienda el uso de datos de la RVS para planificar una Evaluación de Seguridad de las Edificaciones después de un terremoto. En un entorno después de

un terremoto, una de las prioridades iniciales de respuesta es determinar con rapidez la seguridad de las edificaciones para la ocupación inmediata. El procedimiento usado con mayor frecuencia es el descrito en el ATC-20-1, *Manual de Campo: Evaluación de la Seguridad de Edificaciones Post Terremoto* (ATC, 2005). Este procedimiento es similar en naturaleza que el procedimiento RVS, rápidas evaluaciones son llevadas a cabo en aquellas edificaciones que obviamente son inseguras (cartel rojo) y aquellas que no presentan daños o que tienen daños menores pero permiten la ocupación inmediata (cartel verde). Otras edificaciones tendrán una condición de ocupación restringida en alguna forma (cartel amarillo).

- Se recomienda que los inventarios sean la columna vertebral del soporte de legislación acerca del mejoramiento del desempeño sísmico en edificaciones de educación pública. La RVS es un método relativamente simple para identificar el grado potencial de un inadecuado desempeño sísmico de un gran inventario de edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- (MIDUVI), M. d. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC SE RE (Riesgo Sísmico)*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC_SE_DS) Peligro Sísmico*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Aguilera , E., & Toulkeridis, T. (2004-2005). *PROYECTO DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS CON LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI*. Quito: Sotavento.
- Andrade , D., Hall, M., Mothes, P., Troncoso, L., Eissen, J. P., Samaniego, P., y otros. (2005). *Los peligros volcanicos asociados con el Cotopaxi*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Applied Technology Council, & Federal Emergency Management Agency. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation*. Washington D.C.
- APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. (January de 2015). FEMA P-155. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation. *Third Edition*. Washington D.C.
- Auz Cabascango, L. M. (Enero de 2010). Estabilización de alternativas de muros para la estabilización del talud en el Proyecto Hipermarket San Rafael Sangolquí. *Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Barona Zaldumbide, D. (Noviembre de 2010). Vulnerabilidad Sísmica del Centro de Sangolquí. *Tesis de Grado previo la Obtención del título de Ingeniero Civil*. Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.
- Carrillo Gallegos, L. R. (2011). *Simulacion de Lahares del Volcan Cotopaxi en sus drenajes del lado Norte con el uso del programa Hec-Ras*. Recuperado el 28 de Julio de 2016, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6532/1/AC-CIV-ESPE-047084.pdf>
- Carrillo, A. (Mayo de 2013). Estudio de Factibilidad para el cálculo de oferta, demanda y operación del nuevo Sistema de Transporte Público masivo para el Cantón Rumiñahui. *Previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.

Charón, J., Ramirez, J., & Portela, G. (s.f.). *Inspección Rápida para Estructuras a ser Consideradas para Desalojo Vertical*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2015, de http://redsismica.uprm.edu/Spanish/desalojovertical/docs/Charon_Presentacion_DV.pdf

CONCEJO MUNICIPAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE RUMIÑAHUI. (31 de Diciembre de 2015). ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA No. 001-2014 DE ZONIFICACIÓN, USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO DEL CANTON RUMIÑAHUI. Rumiñahui, Pichincha, Ecuador.

Cordinacion de Mercado y Servicio al Cliente Ep Petroecuador. (s.f.). *INSTRUCTIVO: REQUISITOS PARA NUEVOS PROYECTOS Y CAMBIO DE AMBIENTE PARA ESTACIONES DE SERVICIO*. Recuperado el 27 de julio de 2016, de ww4.eppetroecuador.ec/lotaip/pdfs/GCOM/CAMBIO_AMBIENTE.pdf

Decreto Ejecutivo 1215. (29 de Septiembre de 2010). *Lexis*. Recuperado el 27 de Julio de 2016, de Lexis: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/RAOHE-DECRETO-EJECUTIVO-1215.pdf>

D'Ercole, R., & Metzger, P. (2004). *La Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.

Diario El Comercio. (16 de Abril de 2016). *Fuerte temblor alarma a Quito y otros puntos del país*. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/quito-temblor-sismo-ecuador-replicas.html>

Diario El Universo. (02 de Septiembre de 2006). Economía. *San Luis eleva la oferta de malls en Quito*.

Díaz Gómez, C. (2014). DISEÑO DE UN CENTRO DE ABASTECIMIENTO PARA EL CANTÓN RUMIÑAHUI, QUE INTEGRO LA ZONA CENTRAL DE SANGOLQUÍ A TRAVÉS DE UN CRECIMIENTO PROGRAMADO CON LA NUEVA CENTRALIDAD. *Trabajo de Graduación*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Ilustre Municipio de Quito, & OYO Corporation. (1994). *The Quito, Ecuador, Earthquake Risk Management Project*. Quito: GeoHazards International.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY, & APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*. Washington D.C.: FEMA.

FEMA, & ATC. (March de 2002). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potencial Seismic Hazards*. Obtenido de http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1646-20490-8071/fema_154.pdf

Gobierno de la Provincia de Pichincha. (s.f.). *Caracterización Parroquial y Cantonal, Cantón Rumiñahui*. Recuperado el 04 de Abril de 2016, de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/2carcantyparr/7rumin/114_cantonruminahui.pdf

Hall, M., Mothes, P., Samaniego, P., Yepes, H., & Andrade, D. (Abril de 2004). Mapa Regional de Peligros Volcánicos Potenciales del Volcán Cotopaxi Zona Norte,. Quito, Ecuador.

INEC. (s.f.). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado el 04 de Abril de 2016, de <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. (2016). *Informe Sísmico Especial N.- 18 Observaciones del sismo del 16 de abril de 2016 de magnitud Mw 7.8. Intensidades y aceleraciones*. Quito.

McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero*. México D.F.: Alfaomega.

Medvedev, S., & Sponheuer, W. (s.f.). *Scale of Seismic Intensity*. Obtenido de http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/4_vol1_A2-143.pdf

Mi Lindo Ecuador. (s.f.). Recuperado el 04 de Abril de 2016, de http://taga.mex.tl/730887_canton-ruminahui.html

MIDUVI, & CAMICON. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción. RIESGO SÍSMICO, EVALUACIÓN, REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS (NEC - SE - RE)*. Quito - Ecuador: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

Minchalo, M., & Urgiles, S. (s.f.). Análisis y propuesta para aminorar los riesgos sísmicos de viviendas de uno y dos pisos, realizadas con los sistemas constructivos actuales en; Ladrillo, Estructura de Hormigón y Estructura metálica en la ciudad de Cuenca. *PROYECTO*

DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL TITULO PROFESIONAL DE GRADO. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.

Naranjo, D. M. (Agosto de 2007). Desarrollo de la Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad ante una Eventual Erupción del Volcán Cotopaxi. *Plan de Titulación previa a la obtención del título de Magister en Manejo y Gestión del Agua.* Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.

Ordoñez , J., Samaniego, S., & Mothes. (2013). *LAS POTENCIALES ZONAS DE INUNDACION POR LAHARES EN EL VOLCAN COTOPAXI.* Ecuador.

Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., y otros. (2007). *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador.* Quito: Corporación Editora Nacional.

Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad de la Alcaldía de Quito. (2015). *Atlas de amenazas naturales y exposición de infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito* (Segunda Edición ed.). Quito.

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (s.f.). *Análisis de vulnerabilidad cantón Rumiñahui Documento Preliminar.* Rumiñahui.

Valverde, J., Fernández, J., Jiménez, E., Vaca, T., & Alarcón, F. (2001). *Microzonificación Sísmica de los Suelos del Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito.* Quito.

Yépez Moya, F. (2002). *Últimas avances en la evaluación del riesgo sísmico en Quito y futuros proyectos de mitigación.* Quito: FLACSO.

ANEXOS

ANEXOS DE FORMULARIOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
FEMA P – 154

**ANEXOS DE SOLICITUDES REALIZADAS PARA EL
DESARROLLO DEL PRESENTE TRABAJO DE DISERTACIÓN Y
RESPECTIVAS RESPUESTAS**



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ingeniería – Decanato

E-MAIL: epaeze@puce.edu.ec
Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Fax: 593 – 2 – 2991621
Telf: 593 – 2 – 299 1620
Quito - Ecuador

Quito, 07 de Abril de 2016
Oficio FI-D-077/2015

Señora Vanesa Vejar
ADMINISTRACION GENERAL
CENTRO COMERCIAL SAN LUIS SHOPPING

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Reciba un atento saludo a nombre de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El motivo de la presente es solicitar a Ud, de la manera más comedida, se pueda considerar la posibilidad de otorgarles a la señorita Angela Carolina Erazo Villacís con cédula de identidad # 0401573092 y al señor Raúl Enrique Salgado Saltos con cédula de identidad # 1803327269, estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, información para el desarrollo de su Disertación de Grado titulada: "APLICACIÓN DE UNA EVALUACIÓN TÉCNICO VISUAL DE ESTRUCTURAS ANTE FENÓMENOS NATURALES EN EL SECTOR DE SAN RAFAEL EN LAS INTERSECCIONES DE LA AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI, LA AV. SAN LUIS Y EL BOULEVARD DEL CENTRO COMERCIAL SAN LUIS SHOPPING".

Se requiere información sobre Planos de Evacuación o Emergencia y Planos Estructurales o en su defecto Planos Arquitectónicos que posea la Administración, también se requiere realizar una evaluación visual a través de fotografías de los sistemas estructurales presentes en la edificación del Centro Comercial.

Esperando su gentil cooperación en esta actividad de tipo académico, me despido de usted,

Atentamente,

Ing. Estuardo Páez Espinosa
Decano Facultad de Ingeniería
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR



J. P. G. G. G.
08-04-2016
2869480



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ingeniería – Decanato

E-MAIL: epaeze@puce.edu.ec

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca

Apartado postal 17-01-2184

Fax: 593 – 2 – 2991621

Telf: 593 – 2 – 299 1620

Quito - Ecuador

Quito, 07 de Abril de 2016

Oficio FI-D-077/2015

Ing. Héctor Jácome
Alcalde de GADMUR

Ciudad.-


De mis consideraciones:

Reciba un atento saludo a nombre de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El motivo de la presente es solicitar a Ud, de la manera más comedida, se pueda considerar la posibilidad de otorgarles a la señorita Angela Carolina Erazo Villacís con cédula de identidad # 0401573092 y al señor Raúl Enrique Salgado Saltos con cédula de identidad # 1803327269, estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, información para el desarrollo de su Disertación de Grado titulada: "APLICACIÓN DE UNA EVALUACIÓN TÉCNICO VISUAL DE ESTRUCTURAS ANTE FENÓMENOS NATURALES EN EL SECTOR DE SAN RAFAEL EN LAS INTERSECCIONES DE LA AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI, LA AV. SAN LUIS Y EL BOULEVARD DEL CENTRO COMERCIAL SAN LUIS SHOPPING".

La información solicitada se encuentra en el gráfico y coordenadas adjuntos.

Esperando su gentil cooperación en esta actividad de tipo académico, me despido de usted,

Atentamente,


Ing. Estuardo Páez Espinosa
Decano Facultad de Ingeniería

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR



Trámite **21563**

Código validación **Q04MRNFYSF**

Tipo de documento DOCUMENTO PARA SECRETARÍA GENERAL

Fecha recepción 08-abr-2016 12:42

Numeración FI-D-077-2016 documento

Fecha oficio 08-abr-2016

Remitente UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

Razón social

Revisa el estado de su trámite en:

<http://camites.rumihui.gob.ec/ds/estadoTramite.jsf>

Oficio No. GADMUR-DP-2016-836
Sangolquí, 14 de abril de 2016

Ingeniero

Estuardo Páez Espinosa

Decano de la Facultad de Ingeniería

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Señorita

Ángela Carolina Erazo Villacís

Estudiante de la Facultad de Ingeniería de la PUCE

Señor

Raúl Enrique Salgado

Estudiante de la Facultad de Ingeniería de la PUCE

Presente.-

En atención al trámite 21563, (QO4MRNFYSF) del 8 de abril de 2016, a través del cual solicita información con fines académicos como: datos catastrales, mapas digitales, planos, información de las propiedades y edificaciones, uso del suelo, peligros naturales.

Por medio del presente se adjunta lo siguiente:

- Plano N° 07-08 "Uso y Ocupación del Suelo Urbano" del sector solicitado (impreso).
- Plano base del sector, donde constan las avenidas y calles (digital).
- Extracto de la Ordenanza N° 029-2015 Zonificación, Uso y Ocupación del Suelo, artículos 15 y 16.

Oficio No. GADMUR-DP-2016-836
Sangolquí, 14 de abril de 2016

En relación a los datos catastrales, información predial e información de propiedades y edificios; se sugiere realizar una solicitud dirigida al Tlgo. Bladimir Vallejo - Funcionario Directivo Avalúos y Catastros (encargado), instancia municipal responsable de dicha información.

Para datos sobre Peligros Naturales y Zona de Riesgo; se recomienda realizar una solicitud dirigida al Ing. Luis Peralta - Funcionario Directivo de Gestión de Riesgos, instancia municipal responsable de la información requerida.

Adjunto: 1 Cd.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,


Arq. Jorge Sosa Hidalgo

DIRECTOR DE PLANIFICACIÓN



JASH/dsarco



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ingeniería
Decanato



E-MAIL: gxchaffa@puce.edu.ec | Av. 12 de Octubre 1076 y Roca | Apartado postal 17-01-2184 | Telf.: (593) 2 299 16 20 | Quito - Ecuador

Quito, 07 de Julio de 2016

Oficio FI-D-159/2016

Tlgo. Bladimir Vallejo
FUNCIONARIO DIRECTIVO AVALUOS Y CATASTROS (E)

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Reciba un atento saludo a nombre de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El motivo de la presente es solicitar a Ud, de la manera más comedida, se pueda considerar la posibilidad de otorgarles a la señorita Angela Carolina Erazo con cédula de identidad # 0401573092 y al señor Raúl Enríque Salgado con cédula de identidad # 1803327269, estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, información para el desarrollo de su Disertación de Grado titulada: "APLICACIÓN DE LA EVALUACION TECNICO VISUAL DE ESTRUCTURAS ANTE FENOMENOS NATURALES EN EL SECTOR DE SAN RAFAEL EN LAS INTERSECCIONES DE LA AUTOPISTA GENERAL RUMIÑAHUI, LA AV. SAN LUIS Y EL BOULEVARD DEL CENTRO COMERCIAL SAN LUIS SHOPPING".

La información solicitada son los registros catastrales, información predial e información de las propiedades y edificaciones según lo representa el gráfico adjunto.

Esperando su gentil cooperación en esta actividad de tipo académico, me despido de usted,



Trámite **25426**

Código validación **Q4908LJBSP**

Tipo de documento **DOCUMENTO PARA AVALUOS Y CATASTROS**

Fecha recepción **08-jul-2016 18:00**

Numeración documento **FI-D-159-2016**

Fecha oficio **08-jul-2016**

Remitente **UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

Razón social

Revise el estado de su trámite en:

<http://tramites.rumihui.cob.ec/dts/estadoTramite.isf>

Atentamente,

Dr. Gustavo Chaffa Altamirano
Decano Facultad de Ingeniería
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR



Oficio nro. GADMUR-DAC-2016-629
Sangolquí, 25 de julio de 2016

Asunto: Solicitud de información catastral.

Sr. Dr.
Gustavo Chafía Altamirano.
DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA - PUCE

Presente

De mi consideración:

En respuesta al trámite N° 25586, se realiza la entrega de la información solicitada en formato .dwg, en el Sistema de Coordenadas del Cantón Rumihahui.

En cuanto le compete a la Dirección de Avalúos y Catastros, la información entregada es la siguiente:

- CATASTRO URBANO DEL SECTOR DEL CENTRO COMERCIAL SAN LUIS, CON CAPAS DE:
 - Manzanas.
 - Predios.
 - Edificaciones.
 - Nombres de calles, parques y barrios.
 - Claves de manzanas y predios.

Los archivos antes mencionados, se entregan en formato digital en un CD.

Adicionalmente se adjunta un Acta – Entrega Recepción de la información solicitada por su Facultad.

Atentamente,


Tito Vladimir Vallejo
FUNCIONARIO DIRECTIVO DE AVALÚOS
Y CATASTROS GADMUR (E)



ANEXOS: CD con la información solicitada y Acta Entrega – Recepción de la información.

BV/ma espín

ACTA DE ENTREGA DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL DEL CANTÓN RUMIÑAHUI

En respuesta al número de trámite 25586 y conforme a lo acordado entre representantes de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y funcionarios de la Dirección de Avalúos y Catastros del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui. La DIRECCIÓN DE AVALÚOS Y CATASTROS DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL MUNICIPIO DE RUMIÑAHUI, entrega la cartografía solicitada en formato digital a la FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.

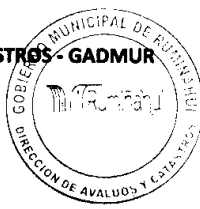
INFORMACIÓN ENTREGADA Y CONDICIONES DE USO:

1. Se entrega una copia auténtica, en magnético de los predios urbanos de la zona requerida, con su respectiva clave catastral.
2. El usuario debe comprometerse a reconocer la fuente respectiva y señalar las principales características de la información.
3. El uso de la información entregada es de carácter libre y gratuito, siempre que se mencione su origen y titularidad y que su uso no tenga fines comerciales o de lucro.
4. La Dirección de Avalúos y Catastros, no se responsabiliza por los efectos derivados del cambio en la información entregada, ni de productos que se deriven de éstos, además no se responsabilizará del uso indebido, ilegal o inmorale que se diere a la información entregada o que atenten con la seguridad nacional. Asimismo, se aclara que la información entregada no constituye un producto final, puesto que cumplida la producción debe ser consolidada, pudiendo variar uno o más de sus aspectos.
5. Que la comercialización y distribución de la información publicada y/o entregada queda prohibida en virtud que constituye un bien del Estado. Por tanto se prohíbe su venta, donación, cesión bajo sub-licencia, arrendamiento, préstamo público, comercialización o cualquier otra forma conocida o por conocerse de transferencia de la propiedad, incluso como parte de otros servicios de la información geográfica de carácter público, así como también, se prohíbe la redistribución de los datos e información pública vía internet.
6. La información digital entregada queda bajo custodio y responsabilidad del usuario.
7. A su vez la FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA, de ser factible se compromete a realizar una entrega del producto generado con la información solicitada, con la finalidad de socializarla con las diferentes Direcciones del GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE RUMIÑAHUI.

Para constancia de lo actuado, conformidad y aceptación, suscriben el presente instrumento en DOS ejemplares de igual contenido y efecto las personas que intervienen, en la ciudad de Sangolquí, el 25 de julio de 2016.

Entrega Conforme:

DIRECCIÓN DE AVALÚOS Y CATASTROS - GADMUR




Tito Blasimir Vallejo

FUNCIONARIO DIRECTIVO DE AVALÚOS Y CATASTROS (E)

Recibe Conforme:

FACULTAD DE INGENIERÍA - PUCE


Dr. Gustavo Chafía

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA - PUCE

X PAUL SALGADO S.
1803327269



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ingeniería
Decanato

70
ANIVERSARIO
PUCE
FUNDADA EN 1946

E-MAIL: gchaffa@puce.edu.ec | Av. 12 de Octubre 1076 y Roca | Apartado postal 17-01-2184 | Telfa (593) 2 249 16 20 | Quito - Ecuador

Quito, 08 de agosto de 2016
Oficio N° 119 – SI - 2016

Ing. Iván Alvarado
DIRECTOR DE OBRAS PÚBLICAS DEL GADMUR

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Reciba un atento saludo a nombre de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El motivo de la presente es solicitar a Ud., de la manera más comedida, se puede considerar la posibilidad de otorgarles a la señorita Ángela Carolina Erazo con cédula de identidad # 0401573092, y al señor Raúl Enrique Salgado con cédula de identidad # 1803327269, estudiantes de la escuela de Ingeniería Civil, autorización para realizar un ensayo de penetración estándar (SPT) dentro del área del Parque Ecológico Alegría, predio que pertenece al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Rumiñahui.

El lugar del ensayo se encuentra en el gráfico y coordenadas adjuntos.

Esperando su gentil cooperación en esta actividad de tipo académico me despido de usted.

Atentamente

Dr. Gustavo Chaffa Altamirano
Decano Facultad de Ingeniería
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

